

12 OCT 2004

REC'D 27 MAY 2003

WIPO PCT



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0023238
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 04월 12일
Date of Application APR 12, 2003

출원인 : 윤종오
Applicant(s) yoon jong o

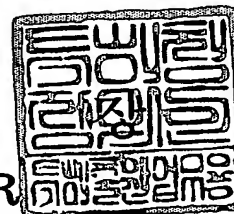
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



2003 년 05 월 09 일

특 허 청

COMMISSIONER



BEST AVAILABLE COPY

【서지사항】

【서류명】	특허출원서		
【권리구분】	특허		
【수신처】	특허청장		
【제출일자】	2003.04.12		
【발명의 명칭】	자기저항 에나멜선 및 그의 제조방법과 이를 이용한 코일 및 그의 제조방법		
【발명의 영문명칭】	ENAMELED WIRE HAVING MAGNETIC RELUCTANCE PROPERTIES AND PREPARATION METHOD THEREOF, AND COIL USING THE SAME AND PREPARATION METHOD THEREOF		
【출원인】			
【성명】	윤종오		
【출원인코드】	4-1999-061212-2		
【대리인】			
【성명】	김인한		
【대리인코드】	9-2003-000087-5		
【포괄위임등록번호】	2003-023593-3		
【발명자】			
【성명】	윤종오		
【출원인코드】	4-1999-061212-2		
【우선권주장】			
【출원국명】	KR		
【출원종류】	특허		
【출원번호】	10-2002-0019934		
【출원일자】	2002.04.12		
【증명서류】	미첨부		
【심사청구】	청구		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정 에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 김인한 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20	면	29,000 원
【가산출원료】	58	면	58,000 원
【우선권주장료】	1	건	26,000 원
【심사청구료】	20	항	749,000 원

030023238

출력 일자: 2003/5/16

【합계】	862,000 원
【감면사유】	개인 (70%감면)
【감면후 수수료】	276,800 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 코일로 제조시 자성재료에서 나타나는 이방성 자기저항 효과와 유사한 효과를 나타내어 도체의 저항을 감소시켜 전기전도율을 향상시킬 수 있으며, 강한 자속 밀도를 나타내는 자기저항과 유사한 효과를 나타내기 위한 물질이 코팅된 자기저항 에나멜선 및 그의 제조방법과 이 에나멜선을 이용하는 코일 및 그의 제조방법을 제공한다.

【대표도】

도 1

【색인어】

자기저항, 자기저항 에나멜선, 자기저항 바니시, 자기융착성 바니시, 코일, 자속밀도, 이방성 자기저항, 음의 자기저항, 세로 효과, 고투자율

【명세서】

【발명의 명칭】

자기저항 에나멜선 및 그의 제조방법과 이를 이용한 코일 및 그의 제조방법{ENAMELED WIRE HAVING MAGNETIC RELUCTANCE PROPERTIES AND PREPARATION METHOD THEREOF, AND COIL USING THE SAME AND PREPARATION METHOD THEREOF}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 이방성 자기저항과 유사한 효과를 나타내기 위한 고투자율재료가 도체에 피복되었을 때 자계가 형성되는 방향을 나타내는 개념도이다.

도 2는 일반적인 에나멜선에 있어서의 자계의 형성을 도식화 한 개념도이다..

도 3은 본 발명의 에나멜선에 있어서의 자계의 형성을 도식화 한 개념도이다.

도 4는 본 발명 에나멜선 일부의 요부절개 사시도이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<5> 본 발명은 자기저항 에나멜선에 관한 것으로, 특히 코일로 제조시 이방성 자기저항 또는 터널형 자기저항과 유사한 효과를 나타내어 도체의 저항을 감소시켜 전기 전도율을 향상시키면서, 외부적으로도 강한 자속밀도를 나타내는 자기저항 에나멜선 및 그의 제조방법과 이 자기저항 에나멜선을 이용하여 제조되는 자기저항 코일 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

<6> 종래의 전기기기, 통신기기, 음향기기 등에 사용되는 코일은 절연층이 구비된 절연 전선을 지지판과 같은 일정한 형상에 권선한 후 절연 바니시를 처리하여 전선 상호간을 접착하고, 고정하여 제조되는 일반 코일과, 또한 상기 절연 바니시 처리 대신에 절연층이 구비된 절연전선의 외부에 자기융착성(self-bonding) 바니시를 처리하고 이를 권선한 후 가열, 통전, 또는 용제 처리 등의 적절한 방법으로 자기융착성 바니시를 융착시켜 전선 상호 간을 고정하여 제조되는 자기융착성 바니시를 이용한 코일 등이 있다.

<7> 그러나 상기와 같은 코일들은 실질적으로 도체의 저항에 의하여 통전 시 온도상승을 억제하기가 어렵고, 온도 상승에 따라서 소실되는 에너지의 양이 많은 문제점이 있으며, 또한 외부적으로도 강한 자속밀도를 얻기가 어려운 문제점이 있다.

<8> 한편 대한민국 공개특허공보 제1989-0006095호는 저손실 산화물 자성재료에 관하여 개시하고 있다. 구체적으로는 디스플레이 모니터, 컬러텔레비전 세트에 사용되는 전원 분야, 변압기의 자심 등에 사용될 목적으로 고주파 또는 고부하 상태에서 전력손실이 현저하게 저하되는 저손실 Mn-Zn계 복합산화물로 구성되는 저손실 산화물 자성재료의 제조 방법을 제공하고 있으며, 특히 변압기의 자심에 사용할 경우 약 60℃~100℃의 온도에서 전력의 손실을 최저로 할 수 있는 산화물자성재료의 제조방법을 제공하고 있으며 비교예 및 실시예를 통하여 그 대표적인 근거를 표시하면 아래 표1과 같다.

<9> [표 1]

<10>

구 분	부성분			조기투자율 (ui)	전력손실 (mW/cm ²)
	Al	SiO ₂	CaO		
실시예 1	50	200	1000	1880	65
비교예 1	0	200	1000	1750	90
실시예 13	60	200	1000	1900	58
비교예 4	0	200	1000	1750	90

<11> 또한 대한민국 공개특허공보 제 1992-013493호는 각종 전자기기의 전원부로 사용되는 산화물 자성재료에 관한 것으로서, 특히 전력손실이 낮고, 높은 포화 자속밀도와 낮은 자속밀도를 가지도록 하여 TV, VCR, 컴퓨터, 팩시밀리 등 산업기기의 전원장치에 대해 소형화가 가능하도록 하며 에너지 절약효과도 갖도록 하는 Fe₂O₃, ZnO 및 MnO를 주성분으로 하는 복합산화물 자성재료에 관하여 개시하고 있으며 그 특성은 아래 표 2와 같다.

<12> [표 2]

<13>

구 분	첨가제성분(중량%)			B-H 특성		전력손실(분자량/cc)	
	CaO	V2O5	GeO2	Bm	Br	250℃	100℃
실시예 1	0.02	0.05	0.15	5200	1700	200	140
실시예 2	0.02	0.02	0.20	5250	1500	190	135
비교예 1	0.02	0.05	-	4800	2600	300	180
비교예 2	0.07	0.01	0.40	4900	2600	270	170

<14> 이외에 대한민국 공개특허공보 제1993-0001250호는 저전력 손실 산화물 자성재료 및 그 제조방법에 관한 것을 개시하고 있으며 구체적으로는 디스플레이 모니터의 파워서플라이 등에 사용되는 트랜스포머(transformer)의 코어용 재료로서 적합한 저전력 손실 Mn-Zn계 복합산화물 및 산화물의 제조방법에 관한 것이다.

<15> 이와는 별도로 대한민국 실용신안 등록번호 20-0166183호는 [전자파 차폐 전선]을 개시하고 있다. 이는 고투자율을 가진 강자성체의 니켈 및 코발트 합금으로 이루어지는

것을 특징으로 하여 인체에 미치는 건강상의 문제를 최소화하고, 전자기기매체 등의 데이터 오류나 에너지 전달 손실을 최소화 할 수 있는 전자파 차폐전선을 제공하는 것을 목적으로 하고 있고, 이러한 데이터의 오류나 에너지 전달손실이 발생하는 요인이 외부 자계가 전선 내부에 영향을 끼쳐 발생하는 것으로 설명하고 있다.

<16> 또한, 강자성체의 니켈 및 코발트 합금으로 이루어진 $8\mu\text{m}$ 내지 0.4mm 범위의 두께를 가지는 차폐막은 고투자성 물질로서 전자파 특히 자계가 통과하지 않도록 자기장의 경로를 응집 및 밀폐시켜 외부로의 발산을 막는다고 주장하고 있다.

<17> 그러나 실용신안권자가 본문에서 밝혔듯이 전기장은 전도성이 높은 물체나 혹은 접지장치에 의해 상당부분 차단할 수 있으나 자계는 그 투과성으로 인해 그 차단이 용이하지 않다. 전기장은 발생원으로부터 수직방향으로 직선형태로 발생되며 나무, 건물, 사람의 피부 등에 의하여 쉽게 제거되거나 약해지나 자기장은 발생원을 중심으로 원형으로 형성되는 특징을 가지며 어떤 물체나 재료 등에 의해 쉽게 제거 혹은 약해지지 않는 특성을 보이기 때문이다.

<18> 가정용 전기의 경우 1초에 60회 진동하는 60Hz의 주파수를 갖는 교류를 사용하며, 배터리의 경우 전류가 한쪽방향으로만 흐르는 직류를 사용하고 있다. 교류의 경우에는 미약한 전류를 발생시킬 수 있는 자기장(magnetic fields)을 발생시킬 수 있으며 이것을 유도전류(induced currents)라 하고 사람의 건강에 영향을 미칠 수 있다는 전자장(EMFs)에 관한 많은 부분이 이 교류에 의한 유도전류(AC-induced currents)에 관한 것이며 직류의 경우 대부분의 실제상황에서 유도전류를 야기하지 않는 것으로 알려져 있다.

<19> 일반적으로 전기장은 발생원인이 전압에 의하지만 자기장은 전류에 의하여 발생하는 것으로 알려져 있다.

- <20> 실용신안권자가 밝힌 니켈 및 코발트 합금으로 이루어진 $8\mu\text{m}$ 내지 0.4mm 의 두께로 자계를 차단한다는 것은 아주 미약한 전류를 흘리는 전선이 아닌 다음에는 불가능하다 할 수 있다. 그것은 자기장이 어떤 물체에 의해 쉽게 제거되거나 약해지지 않고 투과되기 때문이며 또한, 고투자율의 니켈 및 코발트 합금이 자화되어 더욱 강한 자기장을 형성하기 때문이다.
- <21> 한편, 대한민국 공개특허공보 제2000-0033283호는 상기 지지판에 코일을 권선하고, 권선된 코일을 접착테이프로 감싸 고정하며, 이때 산화철 분말의 자성체 물질층을 그 외부에 더 구비한 스피커 보이스 코일을 개시하고 있다. 또한 대한민국 공개특허공보 제2000-0033282호는 심선 외부에 절연피막, 및 용착피막을 형성시키고, 이러한 용착피막의 외부에 산화철의 자성체 피막을 형성시키거나 또는 용착피막 내에 산화철의 자성체를 첨가시킨 스피커 보이스 코일을 개시하고 있다. 이러한 스피커 보이스 코일들은 코일 외부, 또는 전선 외부에 첨가되는 산화철 자성체에 의하여 스피커 제조시 별도의 지그를 이용하여 스피커를 구성하는 후방 플레이트의 축봉에 끼워 설치할 때 특별히 신경을 쓰지 않더라도 보이스 코일을 구성하는 전방 플레이트의 두께 중심에 정확하게 일치되는 효과가 있다.
- <22> 보이스 코일이 전방 플레이트의 두께 중심에 정확히 일치되는 효과는 산화철을 이용하여 외부자기장을 항상 가지게 만든 것으로, 이로 인하여 보이스 코일은 후방에 있는 스피커에서 일정간격 떨어져 있는 상태로 일종의 자기부상효과를 나타내며 중심을 정확하게 유지하게 되고 이러한 중심의 유지가 원인이 되어 스피커에서 나타나는 음의 변형 즉, 왜곡율의 개선과 생산성 증대를 가져오는 효과를 가지고 있다.

- <23> 일반적으로 산화철은 FeO , Fe_3O_4 , Fe_2O_3 으로 구분될 수 있고, 다시 Fe_2O_3 는 알파형 ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$)과 감마형 ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$)으로 구분할 수 있다. 이중 상온에서 자발자화 값을 가지는 것은 Fe_3O_4 , 및 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 의 두 가지이며, 이들의 보자력은 대단히 낮은 값이다. 예를 들면 Fe_3O_4 , 및 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 은 보자력이 약 200 내지 450 Oe 정도이고, 포화자화 값이 각각 0.6, 0.5 Tesla 정도이며, 잔류자화 값이 포화자화 값의 약 80 % 정도를 나타낸다. 이러한 Fe_3O_4 과 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 의 보자력은 보이스 코일에서 외부자기장을 이용하는 데 충분하다.
- <24> 일반적으로 에나멜선은 마그넷 와이어라 불리기도 하며, 이 에나멜선의 제조에 있어서는 코팅기술과 도체의 신선기술, 코팅 절연체인 바니시의 제조기술 등이 총체적으로 결합되어 나오는 산물이다.
- <25> 코팅 절연체로 쓰이는 바니시는 꾸준히 발전하여 항공용으로 250도 이상을 견디는 상황까지 발전하였으며, 코팅기술과 신선기술은 0.05 mm 이하의 가는 나동선을 신선하고 코팅할 정도로 높은 기술적 발전을 이루어 왔으나, 이러한 에나멜선은 지금까지의 기본적인 기능 이외에 색소를 첨가하여 외피의 색상을 바꾸는 것을 제외하자면 특별히 나아진 기능을 가지는 것은 아니었다.
- <26> 일반적으로 에나멜선에 흐르는 전류는 발열작용과 화학작용, 그리고 자기작용을 하는 것으로 알려져 있으며, 이는 에나멜선에 전류를 흘려봄으로써 쉽게 확인할 수 있다.
- <27> 지금까지의 에나멜선의 성능개선을 보면 내열성 또는 절연파괴전압 수치의 향상에만 치우쳐 있고 실제적인 고 기능성 에나멜선의 제조가 이루어진 적이 없었다.

<28> 따라서 에나멜선의 원초적인 성능개선을 위한 연구는 필수 불가결한 것이라 할 수 있으며 이러한 에나멜선의 성능개선은 우리에게 많은 이점을 가져다 줄 수 있다.

<29> 결국 종래의 에나멜선은 저항에 전류의 발열작용과 자기작용이 상존하는 상황에서 발열작용 억제를 이룰 수 없었고, 이러한 발열작용은 저항에 의한 것이며 이로 인한 에너지 손실을 방지하는 문제점을 가지고 있었다. 이러한 문제점 때문에 에나멜선 피복용 바니시들이 내열성을 중요시 하게 된 것이다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<30> 본 발명은 상기 종래기술의 문제점을 고려하여, 에너지 전달과정에서 발생하는 도체의 저항, 부하를 자기저항 효과 또는 이와 유사한 효과에 의하여 감소시킴으로써 통전시에 온도상승이 억제되는 코일을 제공함과 동시에, 에너지 절단과정에서 발생하는 에너지의 손실량을 획기적으로 감소시킬 수 있는 자기저항 에나멜선 및 그의 제조방법과 이를 이용한 자기저항 코일 및 그의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

<31> 본 발명의 다른 목적은 외부적으로 강한 자속밀도를 얻을 수 있는 자기저항 에나멜선 및 그의 제조방법과 이를 이용한 자기저항 코일 및 그의 제조방법을 제공하는 것이다.

<32> 본 발명의 또 다른 목적은 절연파괴가 쉽게 이루어지는 현상을 방지할 수 있는 자기저항 에나멜선 및 그의 제조방법과 이를 이용한 자기저항 코일 및 그의 제조방법을 제공하는 것이다.

<33> 본 발명의 또 다른 목적은 낮은 전압 하에서도 충분히 이방성 자기저항 또는 이와 유사한 효과를 나타내는 에나멜선 및 그의 제조방법과 이를 이용한 자기저항 코일 및 그의 제조방법을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<34> 본 발명은 상기 목적을 달성하기 위하여, 이방성 자기저항 물질 또는 이방성 자기저항(磁氣抵抗)효과와 유사한 효과를 나타내는 물질이 피복된 자기저항(磁氣抵抗) 에나멜선을 제공한다.

<35> 여기서 이방성 자기저항 물질이란, 에나멜선을 구성하는 전도성 심선에 흐르는 전류에 의하여 서로 다른 여러 방향으로 자계가 형성될 수 있도록 자화가 진행될 수 있는 물질을 말한다.

<36> 또한 본 발명은 자기저항(磁氣抵抗) 에나멜선의 제조방법에 있어서,

<37> a) 전도성(傳導性) 심선(心線)을 제공하는 단계; 및

<38> b) 상기 a)단계의 심선의 외주부에 자기저항(磁氣抵抗) 효과와 유사한 효과를 나타내기 위한 물질을 함유하는 바니시를 피복하고 연화시키는 단계

<39> 를 포함하는 자기저항(磁氣抵抗) 에나멜선의 제조방법을 제공한다.

<40> c) 상기 b)단계의 이방성 자기저항 물질을 함유하는 바니시를 피복하고 연화시켜 제조된 에나멜선을 착자(着磁)시키는 단계

<41> 를 추가로 포함하여 자기저항 에나멜선을 제조할 수 있다.

- <42> 또한 본 발명은 자기저항(磁氣抵抗) 코일의 제조방법에 있어서,
- <43> 상기 자기저항(磁氣抵抗) 효과와 유사한 효과를 나타내기 위한 물질이 피복된 자기 저항 에나멜선을 권선하여 코일을 제조하는 단계
- <44> 를 포함하는 자기저항(磁氣抵抗) 코일의 제조방법을 제공한다.
- <45> 이하에서는 본원 발명의 구성수단의 작용과 바람직한 실시례를 중심으로 본원발명을 상세하게 설명한다.
- <46> 먼저 자기저항 현상과 자기저항 물질에 대하여 설명한다.
- <47> 박막은 평평한 기판 위에 다른 물질을 입혀서 만든 재료이다. 그 두께는 원자 한두 층부터 수천 층까지 원하는 대로 만들어 낼 수 있으며, 이렇게 만들어진 박막재료는 덩어리로 있을 때와 비교해 그 특성이 크게 달라진다. 특히 다층박막이라 하여 서로 다른 몇 가지 물질을 차례로 입혀서 만든 박막은 독특한 특성을 띄게 된다. 더구나 만들어진 박막을 올려내어 도선을 그려 넣고 그 사이에 저항이라든지 코일, 콘덴서 트랜지스터 등을 박막기술을 이용하여 만들어 넣는 기술이 개발되어서, CPU, 메모리, 하드디스크는 모두 박막재료로 핵심부품이 만들어진다. 박막을 개발하려면, 만들어낸 박막이 어떤 결정 구조를 가졌는지, 그 결정이 어떤 방향을 하고 있는지, 두께는 정확히 만들어졌는지를 측정해야 한다.
- <48> 이러한 한 예로 자기저항물질을 들 수 있다. 자기저항 현상이라 함은 외부의 자기력에 의해 재료의 저항값이 변하는 현상을 말하며, 이 현상은 외부 자기장의 변화를 대

단히 민감하게 읽어들 수 있기 때문에 고용량 하드디스크에 이용된다. 시중에서 판매되는 하드디스크 광고에 표시된 MR헤드 채용이란 문구가 바로 그것이다. 이러한 자기저항 물질은 실리콘 기판 위에 자성물질, 비자성물질의 두 층을 번갈아 가며 수십 층을 덧대어 만들어진다.

<49> 1999년 11월 삼성전자는 최저소음 20.4Gb 대용량 HDD를 출시하였다. 이 HDD는 스피ن 포인트 V10200시리즈라는 이름으로 10.2GB, 15.3GB, 20.4GB등 3종으로 출시 되었는데, 이 시리즈는 GMR(거대 자기저항 효과: Giant Magneto Resistive)헤드 채용으로 초당 66MB의 전송속도를 낼 수 있었다. 여기서의 HDD 헤드 부분이 이방성 자기저항 효과가 크게 나타나는 거대자기저항 물질로 만들어지는 헤드였다. 이 밖에 비슷한 데이터 저장과 관련하여 2000년 5월 10일 에 의하면 모토롤러사의 반도체연구원들이 고속 3V 전원에서 작동하는 자기저항 소자 메모리 (MRAM)의 프로토 타입을 개발하였다고 발표했다.

<50> 자기저항효과소자(MR)는 반도체의 얇은 칩에 전류를 흘리고 자계를 가한 경우에 전류 단자간의 전기저항이 변화하는 현상을 이용하는 것으로서 반도체 자기저항 소자와 강자성체 자기 저항 소자로 구분되어진다.

<51> 반도체 자기저항 소자는 길고 가는 반도체의 위에 긴 방향과 직각으로 단락 스트라이프가 부착되어 있고 자기 저항 소자를 다수 직렬로 접속한 구조로 소자수를 많이 하면 저항값을 크게 할 수 있는데 주로 무접촉 가변 저항기, 포텐셔미터, 자속계, 전류계, 변위 및 진동 픽업, 승산기, 아날로그 계산기, 마이크로파 전력계, 회전계, 지폐 식별 센서 등으로 이용되어 왔다.

<52> 강자성체 자기저항소자는 자계가 크게 되면 저항이 직선적으로 감소하는 부성 자기 저항효과와 자화 방향과 전류의 방향이 이루는 각도에 따라 저항이 이방적으로 변화하는 이방성 자기저항 효과를 이용하는 것이 있는데, 이방성 자기저항 효과를 얻기 위하여 저자계 강도에 우수하고, 소자의 소형화, 고 저항화의 목표로부터 박막에서의 굽힘선 모양으로 구성되어 있고, Ni-Co 합금이 주로 사용되어 왔으며, 그 특징을 보면 포화자계 (Hs) 이상의 자계에서 사용하면 자계의 방향이 검출되고, 출력 레벨이 자계 강도에 관계 없이 안정되며, 금속으로 되어 있으므로 반도체에 비해 출력의 온도 변화가 적고, 고온에서 사용할 수 있다. 또한 동일 기판상에 복수 개 센서의 배열 직접화가 용이하고 다기능화가 가능하며, 저자계에서 큰 출력이 얻어나 바로 포화상태가 된다.

<53> 이러한 강자성 자기저항 소자는 대부분 고밀도 자기 센서, 고정밀도 위치센서, 리니어 위치 센서, 로터리 인코더, 마그넷 스위치, 프린터의 인자 배열기 등에 주로 사용되어 왔다.

<54> 이러한 여러 가지 현상에 대한 근본적인 원리는 홀 효과가 발표된 시점부터 검토하여야 그 원리를 알 수 있다. 19세기 영국의 과학자인 스톤니(stony)는 전기와 전자에 대하여 전기는 더 이상 나눌 수 없는 가장 작은 입자가 있고 이것이 전자라고 주장했으며 이러한 전자에 대하여 미국의 밀리칸은 실험을 통하여 전자의 전하를 측정하였다.

- <55> 홀효과(Hall effect)는 1879년 미국 Johns Hopkins 대학의 대학원 학생인 Edwin Hall에 의해 처음 발견되었다. 그는 자기장 안에 수직으로 놓여있는 얇은 전도체에 전류를 흘렸을 때, 전도체의 양단에 전압(Hall)이 나타나는 것을 발견했다.
- <56> 홀효과는 자기장 중심에서의 전기전도에 의한 현상으로 자기장에 수직으로 전류를 흘리면 자기장과 전류의 양자에 수직인 방향으로 전기장이 발생하는 것이다. 이 현상은 전류를 운반하는 전자에 자기장에 의한 로렌츠힘이 작용하여 전기장이 생긴 것으로 이해할 수 있다. 이로서 알 수 있는 바와 같이 홀전압은 자기장의 세기와 비례한다. 이는 전하밀도와 비례하기 때문이며, 산업적으로 많이 이용되어 왔고, 이것이 정상자기저항의 최초의 원리라고 보아야 하는 것이다.
- <57> 자기저항(Magnetoresistance; MR)이란 어떤 물질에 자기장을 가하면 그 물질의 전기저항이 변화되는 현상으로, 그 메카니즘은 여러 가지가 있다.
- <58> 첫 번째는 홀 효과(Hall effect)에 의한 것으로 Au와 같은 비자성체 및 반도체 물질에 자기장을 가하면 전도전자가 로렌츠(Lorentz)힘을 받아 전자의 궤적이 원형을 그리게 됨으로써 앞으로 나아가는 것을 방해하는 저항이 생긴다. 이를 흔히 정상 자기저항(Ordinary magnetoresistance; OMR)이라 부르고 1% 미만의 상당히 작은 크기를 갖는다.
- <59> 두 번째는 정상 자기저항에 부가적으로 강자성 물질에서 나타나는 자기저항이 있다. 이것은 스핀-궤도 결합에 기인한 것으로 자기저항은 강자성 물질의 자화용이축(easy axis), 외부 자기장과 전류 간의 방향에 의존하며 이를 이방성 자기저항(anisotropic magnetoresistance; AMR)이라 부른다.

- <60> 퍼머로이제 합금의 경우 상온에서 약 2% 정도의 변화를 보이며 기존의 MR센서나 자기재생헤드에 이용되어 왔다. 다른 말로는 세로효과 또는 음의 자기저항이라고 부르기도 한다.
- <61> 세 번째는, 인접한 자성층 사이를 전도 전자가 통과할 때 스핀 방향 차이에 따른 스핀 의존 산란(spin dependent scattering)에 기인한 거대 자기저항(giant magneto resistance; GMR)이 있다.
- <62> 이 내용을 좀더 쉽게 설명한다면 대한물리학회에서 발간하는 '물리학과 첨단기술 1999년 11월 제 8권 제 11호'의 내용 중 한국표준과학연구원 거대자기저항재료 물질연구단 단장 허남희 박사 외 3명이 게재한 "거대자기저항재료: 연구 및 현황 및 전망"에서 보면 쉽게 이해할 수 있다. 즉, "일반적으로 도체의 저항은 자장을 가하게 되면 전자의 흐름이 느려져서 증가하게 된다. 그런데, 어떤 재료에서는 반대로 저항이 감소하는 현상을 보여주는데, 이러한 물질들 중에서 자장에 따른 저항의 감소가 1,000% 이상 아주 큰 물질을 거대자기저항(Colossal magneto resistance; CMR)재료라고 한다.(이하 생략)"라고 언급하고 있다.
- <63> 그러나 이러한 각종 자성재료들의 용도 및 활용 면을 보면, 디스플레이 모니터, 컬러텔레비전 세트, VCR, 컴퓨터, 팩시밀리, 변압기 등 산업기기의 전원장치의 자심(코어)에 적용되어 지거나, 자기기록매체나 재생헤드 등과 관련된 곳에 치우쳐 있다.
- <64> 이 이외에 복합자성재료를 이용하여 인젝션성형, 트랜스퍼성형, 압출 등의 성형방법을 이용하여 프린트기반의 몰드재, 반도체의 패키지재료, 권선코일의 몰드재 또는 각종 코일의 코어, 또는 트로이달, 클램프필터용 코어재료, 커넥터의 하우징 및 커버재, 각종 케이블의 피복재, 각종 전자기기의 광채 등으로 절연성과, 작업성, 부식발생의 문제,

고주파특성 및 내전압 등의 특성개선을 목적으로 사용되어진 바는 있으나, 실질적인 에너지 전달과정에서의 도체의 저항감소 및 전도율 개선을 목적으로 한 연구는 전무한 실정이었다.

<65> 본 발명은 강자성 자기저항 소자의 제조이론을 접목하여 자기저항 효과 또는 자기저항(磁氣抵抗)과 유사한 효과를 나타내기 위하여 고투자율 재료를 에나멜선에 피복시킴으로써 내부 및 외부적으로 강한 자계를 형성할 수 있고, 이로써 내부의 자기장에 의하여 자기저항 또는 자기저항(磁氣抵抗)과 유사한 특성을 나타내는 에나멜선을 얻을 수 있음을 발견하였다.

<66> 여기서 자기저항 특성이란, 코팅된 자화 가능한 재료가 전도성 심선에 흐르는 전류에 의하여 발생된 자계에 의하여 자화되어 전도성 심선이 재료가 자화되어 내뿜는 자계 속에 놓이게 됨으로 인하여 전도율이 개선되고 전기적 저항이 감소하는 현상을 말하는 것이다.

<67> 상기에서 설명한 바와 같이 재료에 자기장을 가하여 그 재료의 전기저항이 변하는 것과 마찬가지로 에나멜선에 자기장을 가할 경우 그 자기장에 의하여 저항수치가 변할 수 있는가에 대한 간이실험이 있었다.

- <68> 이러한 간이실험은 직경 0.41mm, 길이 234.6m의 에나멜선을 원통형의 알루미늄 관에 집적되게 권선 후 고유저항을 측정하면 약 33.7Ω 이 되는데, 이 권선된 코일에 크기가 작은 복합산화물계 자석을 근접시켜 좌우상하로 흔들면 저항 수치가 11 ~ 86Ω 까지 높아지기도 하고 낮아지기도 하는 등 변한다는 것을 확인할 수 있다.
- <69> 또한, 단면적이 넓고 큰 자계를 가진 복합산화물계 자석을 근접시켜 좌우 상하로 흔들면 저항수치의 변화가 더욱 커진다는 것을 확인할 수 있었다.
- <70> 그러나 이러한 영구자석을 권선한 코일 주변 일정한 곳에 위치변동 없이 가져다 놓을 경우 에나멜선의 고유저항 수치는 영구자석의 자계가 미치는 상황에서도 최초 측정된 33.7Ω 으로 환원된다는 사실을 확인할 수 있었다.
- <71> 이 실험에서 에나멜선의 주위에 영구자석을 배치하는 것이 아닌 자성재료를 에나멜선 외주부에 고르게 코팅하고 에나멜선에 흐르는 전류로 자성재료를 계속하여 자화시킬 경우 자성재료에서 나오는 자기장에 의하여 에나멜선의 고유저항 변화를 얻을 수 있음을 발견하고 이를 토대로 본 발명을 완성하였다.
- <72> 이러한, 간이실험으로 인하여 자기저항 효과 또는 이와 유사한 효과 특히 터널형 자기저항 효과 (TMR : Tunnel Magneto Resistance)와 더욱 유사한 효과를 얻을 수 있게 된다.
- <73> 자기저항효과에서 커다란 과제는 약한 자장에서도 큰 저항변화를 일으키게 하는 것이고 이러한 자기저항의 연구에 있어서는 1988년에 철과 크롬의 자성 인공격자로 거대자기저항효과도 발견되었다.

<74> 이러한 거대자기저항 효과와는 별개의 흐름으로 연구가 진행되어 온 것이 스핀편극을 이용한 터널형 거대자기저항효과이다. 이러한 터널형 자기저항 효과는 자장이 없는 상태에서는 전자의 스핀이 갖추어지고 있으나, 비자성층을 경계로 전자스핀의 방향이 별도 방향으로 향하고 있기 때문에 전자는 산란을 받아, 터널 전류는 흐르기 어려우나, 자장을 인가하면 스핀의 방향이 갖추어져, 쉽게 전류가 터널링 하도록 되는 것을 말한다.

<75> 본 발명에서의 자기저항 효과 또는 이와 유사한 효과를 더욱 자세히 설명하면 다음과 같다. 즉, 자성층과 비자성층 그리고 자성층을 더하여 페로브스카이트 구조로 만드는 자기저항재료에 전기를 통전하면서 자기저항을 만드는, 재료의 자기저항 효과가 아닌 에나멜선의 주요 도체인 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu) 등이 좁게 보면 반자성체이고 넓게 보면 상자성체로서, 상자성체의 특성상 자성을 거의 나타내지 않고 반자성의 성질을 갖고 있다 하더라도 반자성이라는 말이 물질내부로 자력선이 침입하는 것을 싫어하는 현상인 것은 하지만, 그 작용이 극히 미약하기 때문에 금속임에도 불구하고 간단히 자력선이 뚫고 나가기 때문에 자력선을 차단하는 힘이 전혀 없다고 볼 수 있고, 에나멜선이 금, 은, 구리, 알루미늄 등의 상자성체의 나선으로 도체를 형성하는 것에 착안하여 주변에 이방성 자기저항과 유사한 효과를 낼 수 있도록 고투자율 재료를 분말형태로 에나멜선 코팅용 절연바니시 및 자기융착성 절연 바니시에 희석시켜 코팅함으로써 완성된 에나멜선에 통전시 발생하는 1차 자기장에 의하여 고투자율재료가 자화되고 자화된 고투자율재료에 의하여 발생된 2차자기장 속에 에나멜선의 도체가 놓이게 됨으로써 스핀의 방향을 일정하게 잘 흐를 수 있도록 하여 전기적 저항을 감소할 수 있는 효과가 있다.

<76> 본 발명은 이를 위하여 자기저항 효과 또는 이방성 자기저항과 유사한 효과를 나타내기 위한 물질을 에나멜선에 피복시켜서 자기저항 에나멜선을 제조하고, 이를 권선하여 자기저항 코일을 제조한다. 상기 이방성 자기저항과 유사한 효과를 나타내는 물질을 에나멜선에 피복시키는 방법은 다양한 방법을 선택할 수 있다.

<77> 본 발명의 에나멜선으로 제조되는 코일은 전기를 통전시킬 때 에나멜선에 피복된 고투자율재료의 자화가 진행되며, 자화가 진행되는 고투자율재료는 도선 안 쪽과 도선 바깥 쪽으로 동시에 자계를 형성하며, 종래의 코일에서 형성되는 자기장의 크기보다 더 큰 자계를 형성한다. 특히 도선 안쪽으로 형성된 자계 속에 도체가 놓이게 되어 마치 이방성 자기저항 효과나 터널형 자기저항 효과처럼 도체의 전기저항을 감소시키게 된다.

<78> 이러한 효과에 의하여 코일은 전기 전도율이 향상되어 저항 및 부하에 의한 온도상승이 억제되고, 이로 인한 에너지 손실을 최소화한 상태에서 에너지를 전달할 수 있게 된다. 또한 제조되는 코일은 통전 시에 코일을 형성하는 에나멜선의 심선에서 나오는 자기장이 고투자율재료의 자화를 진행시키며, 이렇듯 의존적으로 자화된 고투자율재료에서 생성되는 자기장이 에나멜선의 심선쪽과 바깥쪽으로 종래의 자기장보다 큰 자계를 형성하게 된다.

<79> 이러한 자계의 형성은 도면을 통하여 쉽게 이해될 수 있다.

<80> 도 1은 고투자율재료가 도체에 피복되었을 때 자계가 형성되는 방향을 나타내는 개념도이다. 도 1의 화살표는 고투자율재료의 자계가 형성되는 방향을 나타내는 것이다. 따라서 고투자율재료가 전도성 심선에 완전하게 도포된 경우, 전도성 심선은 고투자율재

료가 자화되어 형성한 자계에 완전히 놓이게 되어 이방성 자기저항과 유사한 효과를 나타내게 된다.

- <81> 본 발명의 효과를 나타내기 위한 고투자율재료는 통전에 의해 자화가 진행되는 자화되지 아니한 고투자율 재료이며, 분말 형태로 바니시에 혼합, 분산하여 사용한다. 이미 자화된 고투자율재료라 하더라도 분산성이 용이할 정도의 수준이라면 큰 문제는 발생하지 않을 수 있으나, 분말의 자화상태가 심하여 바니시에 혼합할 때 마치 영구자석처럼 자기저항물질끼리 달라붙기 때문에 교반을 어렵게 하며, 교반기에 붙기도 하여 이를 분리시키기 어려울 정도라면 사용하기 어렵다. 따라서 자화되지 않은 자기저항물질 분말의 형태로 바니시에 혼합하여 사용하는 것이 바람직하다.
- <82> 본 발명의 고투자율재료는 산화철(iron oxide)에서 얻어지는 자속밀도보다 강한 자속밀도를 나타낼 수 있는 물질을 선택한다. 산화철만으로는 상온에서 본 특허 발명의 효과를 얻기가 어려우며, 설사 얻는다고 하더라도 그 값의 크기가 크지 않기 때문에 그 효과가 미미하며, 이를 보완하기 위하여 다량을 사용한다 하더라도 원하는 효과를 얻기 어려우며, 다량을 사용할 경우에는 바니시에 분산시키기 어려운 문제점이 발생한다.
- <83> 본 발명의 고투자율재료로 사용될 수 있는 화합물들은 크게 3 가지 형태로 나뉘며, 대부분의 연질자성재료 및 저 손실 산화물 자성재료들이 사용될 수 있다.
- <84> 즉,

- <85> i) 희토류 금속 또는 전이금속을 1종 이상 함유하는 자기저항 물질 특히, 고투자율을 연질자성 합금;
- <86> ii) 상기 희토류 금속 또는 전이금속을 1종 이상 함유하는 자기저항 물질 특히, 고투자율 연질자성 복합 산화물; 및
- <87> iii) 상기 희토류 금속 또는 전이금속을 1종 이상 함유하는 자기저항 물질 특히, 고투자율 연질자성 복합 질화물이다.
- <88> 또한 이들은 서로 조합되어 혼합물로 본 발명의 절연 바니시에 함유될 수도 있다.
- <89> 이 이외에 영구자석재료인 경질자성재료가 사용될 수는 있으나, 경질자성재료의 특성이 재료를 자화시키는 과정에서 많은 양의 에너지를 요구함으로 인하여 대용량의 전류가 흐르지 않는 한은 그 효과를 보기 어렵다.
- <90> 자성재료는 강자성체와 상자성체로 구분되고 그중 강자성재료는 연질자성재료 (Magnetically Soft Materials)와 경질자성재료 (Magnetically hard Materials)로 나뉘는데, 연질자성재료는 약한 자기장으로 크게 자화되는 고투자율을 갖는 재료를 말하며 경질자성재료는 고보자력 즉 자석의 자속을 감소시키려는 자기장에 대하여 자속밀도를 보호하고 유지하려는 저항이 큰 자성재료를 말한다. 따라서, 큰 자기장이 형성되는 전류를 흘려보내는 곳에서는 경질자성 재료로도 충분한 저항감소효과를 얻을 수 있을 것이나, 통상적인 전기전자에서 사용하기 위하여 고투자율을 갖는 연질자성재료를 선택하는 것이 바람직하다.

- <91> 연질자성재료의 대표적인 것으로는 순철, 센더스트, 규소강, 퍼멀로이, 아몰퍼스 등의 금속성 연질자성재료를 들 수 있다. 특히 퍼멀로이에는 니켈의 함량에 따라 45퍼멀로이, 78퍼멀로이, 81퍼멀로이 등이 있으며, 제3원소를 첨가한 Mo퍼멀로이, Cr퍼멀로이, Cu퍼멀로이, Si퍼멀로이, Ti퍼멀로이, Mu metal 등 투자율을 개선시킨 것들이 포함된다.
- <92> 또한, 아몰퍼스에는 Co기 아몰퍼스, Fe기 아몰퍼스, Ni-Fe기 아몰퍼스 등이 있는데 이중 Ni-Fe기 아몰퍼스는 Ni-Fe를 베이스로하여 Mn, Cr, Co, Nb, V, Mo, Ta, W, Zr에서 선택되어지는 적어도 1종의 원소를 포함하는 조성을 갖는다.
- <93> 이 이외의 연질자성재료로서
- <94> (1)Ni-Fe-Mo계 4%퍼멀로이,
- <95> (2)Ni-Cu-Zn계 연자성 페라이트,
- <96> (3)Fe₂O₃, MnO, ZnO를 주성분으로 하여 NiO, MgO, CuO, SiO₂, CaO, V₂O₅, TiO₂, Nb₂O₅등이 특성 개선용으로 첨가되는 Mn-Zn계 연자성 페라이트,
- <97> (4)Ni-Zn계 연자성 페라이트
- <98> (5)Mg-Mn-Zn계 연자성 페라이트
- <99> (6)Mg-Cu-Zn계 연자성 페라이트
- <100> (7)Fe-Ti-N계 연자성 페라이트
- <101> (8)Fe-Cr계 연자성 페라이트 (부성분 : C, N, Si, Mn, Ni, P, S, Cr, Al, Mo, Ti)

- <102> (9)Fe-Co-Ni-N계 연자성 페라이트
- <103> (10)Fe-Co계 연자성 페라이트
- <104> (11)Fe-Al-Si계 연자성 합금 분말
- <105> (12) Fe-Al계 연자성 합금 분말
- <106> (13) Fe-Si-B-Cu-Nb계 연자성 합금 분말
- <107> (14) Fe-Br-B-Cu계 연자성 합금 분말
- <108> (15) Fe-B-M-N-R계 연자성 합금 분말 (여기서 M은 Hf,Zr,Nb중에서 선택되어지는 원소이고, N은 Cu 원소이고, R은 Ti,V,Ta,Cr,Mn,Mo,W,Au,Ag,Zn,Ga,Ge 중에서 선택되는 1종이상의 첨가 원소)
- <109> (16) Fe기 연자성 합금 분말($(\text{Fe}_{1-x}\text{M}_x)_{100-a-b-c-d}\text{Si}_a\text{Al}_b\text{B}_c\text{K}_d$) 여기서 M은 Co,Ni 또는 그의 혼합물이고, K는 Nb,Mo,Zr,W,Ta,Hf,Ti,V,Cr,Mn,Y,Pd,Ge,C,P에서 선택되어지는 1종이상의 원소)
- <110> (17) Fe계 연자성 합금 분말 (Fe를 베이스로, Co, Ni 중 하나 또는 양자를 선택하고 첨가원소로서 Ti,Zr,Hf,V,Nb,Ta,Mo,W로 이루어진 그룹에서 1종 이상 선택되어지는 원소)
- <111> (18)Fe-Zr-B-Ag계연자성 합금 분말
- <112> (19)Fe-Hf계 연자성 합금 분말
- <113> (20)Fe-Si계, Fe-Si-Al계, Fe-Ni계 연자성합금분말,
- <114> (21)Fe-(Ta,Hf,Zr,Nb,Mo,Al,Si,Ti,Cr,W중 1종 이상 선택되는 원소)-(C,N,O,B중 1종 이상 선택되는 원소)-P 로 구성되는 연자성 합금 분말

- <115> (22)산화철(Fe_2O_3), 산화니켈(NiO), 산화아연(ZnO), 산화구리(CuO), 산화비스무스(Bi_2O_3)로 조성된 것을 특징으로 하는 연자성 분말
- <116> (23)Fe-Co-(희토류원소로서 Sm, Er, Tm, Yb, Ho 중 1종 이상 선택되는 원소)-(미세결정화를 위한 C, N, O, B 중 1종 이상 선택되는 원소)의 조성을 갖는 연자성 분말
- <117> (24)Mg-Zn계, Mn-Al계, Co-Pt계, Cu-Ni-Co계, Cu-Zn계, Mn계, Co계, Li계, Mg계, Ni계 연자성 페라이트 분말
- <118> (25) Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , CoFe_2O_4 중 1종 또는 2종 이상을 주성분으로 하는 연자성 복합 산화물 분말
- <119> 등을 들 수 있다.
- <120> 본 발명의 자성재료를 사용함에 있어서는 투자율, 잔류자속밀도(BR)과 최대에너지적(BH)_{max}이 상대적으로 낮기 때문에 합금, 산화물, 질화물, 또는 이들의 혼합물 형태로 사용하는 것이 바람직하다.
- <121> 본 발명의 물질을 명확히 하기 위하여 본 발명에서 사용하는 자기저항 물질을 정의하면, 자기저항 물질이라 함은 상기 고투자율 재료와 연자성 재료를 일컫는 말이며, 경질자성재료라 함은 보자력이 큰 영구자석용 재료를 일컫는 말이다.

- <122> 상기에 설명한 연질자성재료나 경질자성재료 중 페라이트라 하는 것은 복합산화물로서 산화철을 회석하여 사용하는 것이 아닌 재료들을 혼합 소성키거나 다른 방법에 의하여 제조하는 것이다.
- <123> 예로서 바륨-철계 복합산화물, 또는 스트론튬-철계 복합산화물의 제조방법을 보면 다음과 같다.
- <124> 먼저 주성분인 산화철(Fe_2O_3)은 제철소의 박판 제조공정에서 표면에 발생 되는 산화철을 염산으로 세척하여 분리시킨 후 폐액(廢液)으로부터 얻어진다. 그리고, 이 산화철과 탄산바륨(BaCO_3), 혹은 탄산스트론튬(SrCO_3) 등을 정확하게 계량하여 혼합하는 것으로부터 제조공정이 시작된다. 이 혼합은 원료끼리 충분히 접촉시켜 화학반응을 일으키게 하기 위한 중요한 공정으로, 볼밀 안에서 5 ~20시간에 걸쳐서 행해진다. 그런 다음 이 재료를 가소(假燒)시킨다. 가소에서는 회전로 안에서 약 $1,300^\circ\text{C}$ 까지 가열하지만, 이것은 재료의 페라이트화를 어느 정도 진행시켜 나중에 소성(燒成)에서의 소축제어(燒縮制御)를 용이하게 하기 위한 것이다.
- <125> 가소를 완료한 재료는 정제한 정도 크기의 딱딱한 덩어리가 되면 로(爐)에서 끄집어내어 이것을 1 미크론 정도의 분말로 만들기 위해 이번에는 물과 철구슬을 넣어 분쇄한다. 이 분쇄에 의해 재료의 표면적이 크게 되어, 이후의 반응성이나 소결성이 향상되게 되는 것이다.

<126> 여기서 얻어진 재료는 이후에 "등방성 복합 산화물"과 "이방성 복합산화물"의 제조로 나뉘어 진다. 먼저, 등방성 페라이트의 경우는 분쇄된 재료에 점결제나 윤활제를 섞고, 그 상태로 프레스 성형하여 필요한 형상, 크기로 굳어진다.

<127> 이에 반해서, 이방성 페라이트의 제조에서는 프레스를 자장 중에서 행하여 자화방향을 어느 정도 정렬시킨 후 가압, 성형하고 이후의 착사에서 효과가 크게 되도록 하는 것이다. 그리고 등방성이나 이방성 페라이트 성형품도 그 이후에 로(爐)내에서 소결된다. 여기서는 25 ~ 26시간에 걸쳐서 1,000℃ 전후까지 가열시켜 아주 강하게 타서 굳어지지만, 이 공정을 완료한 것은 소결 전에 비하여 체적이 감소된다. 그래서 변형을 제거하기 위하여 사상연마를 실시한다.

<128> 본 발명에 사용되는 자기저항 물질은 금속성분이 전혀 포함되지 아니한 산화물계, 또는 질화물 형태와 금속성분을 포함하는 형태, 즉 전도성 여부로 구분되어지며, 바니시에 분산시켜 사용한다. 금속성분이 포함된 전도성 자기저항물질을 사용할 경우 에나멜선 코팅시 가능한 한 도체에 가깝게 도장한 후 절연성능의 파괴를 막기 위하여 외피에 절연층을 별도로 형성하는 것이 바람직하다. 특히 전도성 심선과 코팅하는 자기저항물질 사이에 공간을 가능한 한 적게 만들고 자기저항물질의 입자크기가 상대적으로 작은 상태로 사용하는 것이 바람직하다. 만일 순서를 바꾸어서 절연층 외부에 금속성분이 포함된 자기저항물질을 코팅할 경우 도체에서 흐르는 전기가 절연층을 지나 금속성분이 코팅되어 있는 쪽으로 흐르려 하는 문제로 쉽게 절연 바니시층이 파괴되어 에나멜선의 절연성능을 유지하기 어렵다.

- <129> 따라서 굳이 외각층에 전도성이 있는 자기저항물질을 피복하여야 할 경우에는 피복전에 1차층 혹은 2차층까지의 절연층을 형성시켜 충분한 절연파괴전압을 확인한 후 최종적으로 코팅하는 등 세심한 주의를 요한다.
- <130> 전도성이 없는 산화물계 또는 질화물계이거나, 분말입자 하나하나를 절연 처리한 자기저항물질은 도전성에 영향을 주지 않으므로 절연층 어디에 분산시켜 사용하여도 무방하다.
- <131> 이러한 자기저항물질은 1 종 이상 선택하여 바니시에 포함되어 자기저항 바니시로 제조되며, 바니시에는 고형분 기준으로 0.3 내지 30 중량%가 포함되는 것이 바람직하다. 0.3 중량% 미만으로 포함되면 자기저항 고유의 특성인 기자력, 보자력, 자속밀도, 및 투자율 등 자기저항 성질을 충분히 나타내기가 어렵다.
- <132> 반면에 30 중량%를 초과하여 사용할 경우에는 바니시에 고르게 분산하기가 어렵거나, 제조되는 자기저항 에나멜선의 외관이 평활하게 되지 않고 표면에 뭉침 및 부풀음을 유발시키게 되거나, 또는 첨가량만큼의 자기장의 크기가 증가되지 않는 문제가 발생할 수 있다.
- <133> 다음으로는 에나멜선의 심선을 피복하기 위한 상기의 자기저항물질을 포함하는 바니시의 제조방법에 대하여 설명한다.

- <134> 본 발명의 자기저항물질은 에나멜선에서 도체인 전도성 심선의 외주부에 위치되는 바니시에 포함되어 피복되는 것이 바람직하다. 이러한 바니시는 통상적인 에나멜선용 바니시이며, 절연(絶緣) 바니시, 또는 자기융착성(自己融着性) 절연(絶緣) 바니시에 본 발명의 자기저항물질이 함유되는 것이 바람직하다. 자기저항물질이 함유된 절연 바니시는 전도성 심선에 피복되면 자기저항 절연 바니시층을 형성하며, 자기저항물질이 함유된 자기융착성 절연 바니시는 자기저항 자기융착성 절연 바니시층을 형성한다.
- <135> 통상적으로 절연 바니시는 심선에서 가장 가까운 외주부에 절연층의 역할로 절연 바니시층을 형성하며, 자기융착성 절연 바니시는 이 절연층의 외측에 피복되어 자기융착 및 절연층의 역할로 자기융착성 절연층을 형성한다. 본 발명의 자기저항물질은 이러한 도선의 외주부에 피복되어 형성되는 절연 바니시층, 또는 자기융착성 절연 바니시층 중의 어느 하나의 층에만 함유시켜도 자기저항 효과를 얻을 수 있다. 또한 절연 바니시층, 및 자기융착성 절연 바니시층에 모두 함유시킬 수도 있다.
- <136> 따라서 본 발명의 에나멜선의 도체인 전도성 심선의 외주부에 자기저항물질을 함유하는 자기저항 바니시층을 형성시키고, 필요시 자기저항 바니시층의 외주부에 자기융착성 바니시층, 또는 제2 또는 제 3의 절연 바니시층에 자기저항물질을 함유시킬 수도 있다. 이때에도 종래의 절연성능을 유지하는 데는 아무런 문제를 발생시키지 않는다.
- <137> 또한 상기에서 설명한 바와 같이 금속성분이 포함된 즉 전도성이 있는 자기저항물질을 사용할 경우에는 전도성 심선의 가장 가까운 곳에 피복하거나 피복전에 1차층 혹은 2차층까지의 절연층을 형성시켜 충분한 절연과 피전압을 확인한 후 최종적으로 피복하는 등 세심한 주의를 하는 것이 바람직하다.

<138> 본 발명에 의한 에나멜선과 코일은 고압에서부터 저압에 이르기까지 다양하게 사용될 수 있다.

<139> 본 발명의 자기저항물질이 함유되는 절연 바니시는 통상적인 일반 에나멜선용 절연 바니시를 사용한다. 구체적으로는 절연 바니시에 분산제와 자기저항물질을 투입하고, 교반하여 제조한다. 바람직한 분산제는 일반 유성계, 폴리에틸렌중합형 보호콜로이드계, 및 지방산아미드(Higher Fatty Acid)계 등으로 이루어진 군으로부터 1 종 이상 선택하여 사용하는 것이 바람직하다. 분산제의 사용량은 자기저항물질을 적용한 절연물질 100 중량부에 대하여 0.5 내지 3.0 중량부가 바람직하다.

<140> 상기 사용가능한 일반 에나멜선용 절연 바니시는

<141> i) 폴리에스테르 에나멜선용 바니시;

<142> ii) 폴리우레탄 에나멜선용 바니시;

<143> iii) 폴리비닐포르말 에나멜선용 바니시;

<144> iv) 폴리에스테르이미드 에나멜선용 바니시;

<145> v) 폴리아미드이미드 에나멜선용 바니시; 및

<146> vi) 폴리이미드 에나멜선용 바니시 등이다.

<147> 이와 같이 적용되는 절연 바니시는 통상적인 것이며, 이들을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

<148> 상기 i)의 폴리에스테르 에나멜선용 바니시는 다가산과 다가알코올의 반응에 의한 에스테르 중합을 근간으로 고온반응에 의한 합성한 수평균 분자량 5,000 정도의 폴리에

스테르 수지에 각종 가교제, 첨가제 및 용제류를 적당히 혼합하여 최종의 바니시로서 제조한 것이다. 주 용도로는 각종 회전전동기, 일반 및 대형변압기 등에 주로 사용되고 있으며, 내열지표는 B - F종(내열온도 130 ~ 155℃)이다.

<149> 상기 ii)의 폴리우레탄 에나멜선용 바니시는 이소시아네이트(-NCO)반응기를 함유한 폴리이소시아네이트와 하이드록시(-OH)반응기를 갖는 폴리에스텔계 폴리올을 주요 성분으로 하며, 실제 응용면에서 상온에서 1 액형으로 안정하면서 가열에 의하여 이소시아네이트 반응기와 하이드록시 반응기가 반응할 수 있도록 하기 위하여 특수한 블록킹화 된 폴리이소시아네이트를 사용한다. 주 용도는 가전제품에 사용되는 전반적인 변압기류에 사용되며, 내열지표는 E - F종(내열온도 120 ~ 155 ℃)이다.

<150> 상기 iii)의 폴리비닐포르말(PVF) 에나멜선용 바니시는 폴리비닐아세탈 수지 중 폴리비닐포르말 수지의 특성을 보강할 수 있는 에폭시, 멜라민 등을 첨가하여 제조되는 것으로, 내마모성 및 내냉매성이 우수하여, 주로 냉장고 및 냉방장치 등의 냉매가 들어가는 밀폐형 컴프레서 모터 제조에 사용되며, 기본적인 포르말 동선에나멜에 우레탄기의 도입이나 기타의 변성에 의한 개선제품도 될 수 있다. 내열지표는 E - B종(120 ~ 130 ℃)이다.

<151> 상기 iv)의 폴리에스테르 이미드 에나멜선용 바니시는 종래의 폴리에스테르 수지에 내열 안정도가 높은 이미드기를 도입함으로서 내열도를 향상시킨 것으로, 전자 및 전기 산업의 관련기기들이 경박 단소화 되면서 상대적으로 기기의 수명과 관련된 신뢰성면에서 높은 내열도가 요구되는 것에 이용되며, 주 용도는 전동공구, 자동차용 윈도우브러쉬 등 높은 열이 발생하는 전동기 및 HVT(High Voltage Transformer) 등이다. 내열지표는 F - N종(155 ~ 200 ℃)이다.

<152> 상기 v)의 폴리아미드이미드 바니시는 방향족 아미드와 이미드를 공중합시켜 얻은 바니시로, 구조상 선상이면서도 방향족의 거대분자로 이루어져 있기 때문에 각종의 기계적, 전기적, 화학적 내구 특성이 우수하다. 주로 4,4'-메틸렌 디 이소시아니이트(MDI)와 트리멜리트산(TMA : Tri-Mellitic Anhydride)의 반응에 의하여 제조되어 지며, 주 용도는 고내열이 요구되는 전자 및 전기기기 산업분야, 선박용 및 우주항공분야 등이며, 내열지표는 H - N종(180~220 ℃)이다.

<153> 상기 vi) 폴리이미드 에나멜선용 바니시는 가장 높은 내열성을 보유한 것으로, 피로메리트산 무수물(PMDA:PyrrpMelliticDianhydride), 벤조펜논산 부수물(BPDA:BenzenophenonDianhydride) 등의 방향족 다가산과 방향족 다가아민을 반응시켜 폴리아믹산으로 액상으로 제조하여 가열에 의하여 이미드환을 형성 폴리이미드 에나멜선으로 제조한다. 주용도는 우주항공분야 및 절대적인 신뢰성이 요구되는 대도시 전력공급용 변압기 및 방위산업용 기기 등이며, 내열지표는 C 종(250 ℃)이상이다.

<154> 본 발명의 자기저항물질이 함유되는 자기융착성 절연 바니시는 에나멜선의 최외곽에 위치시켜서 에나멜선을 제조하고, 이를 권선한 후 가열, 통전, 또는 용제 처리 등의 적절한 방법으로 자기융착성 바니시를 융착시켜 전선 상호 간을 고정하는 자기융착성 코일로 제조할 수 있다. 이를 위하여 자기융착성 절연 바니시는 통상적인 일반 에나멜선용 자기융착성 절연 바니시를 사용한다.

<155> 상기 사용가능한 자기융착성 절연 바니시는

<156> i) 폴리비닐부티랄계 자기융착성 바니시;

- <157> ii) 페녹시계 자기융착성 바니시;
- <158> iii) 폴리아미드계 자기융착성 바니시; 및
- <159> iv) 에폭시계 자기융착성 바니시 등이 있다.
- <160> 상기 i)의 폴리비닐부티랄 자기융착성 바니시는 폴리비닐아세탈 수지 중 폴리비닐부티랄 수지의 특성이 열가소성이며 접착력이 우수한 것을 활용하여 자기융착성을 갖게 한 것이며, 특히 일부용제에 의하여 용해력을 갖는 점을 충분히 활용하여 용제분사에 의한 용착 방식이 가능하다.
- <161> 상기 ii)의 페녹시계 자기융착성 바니시는 에폭시(Epoxy) 수지 중 가소성을 갖는 페녹시 수지를 사용하여 제조한 것으로, 용제에 의한 용출 및 통전방식, 가열방식에 모두 적합하다.
- <162> 상기 iii)의 폴리아미드계 자기융착성 바니시는 접착강도, 표면윤활성 및 내열성이 우수하여 가전제품의 주요 코일부품에 다양하게 사용될 수 있으며, 기본 수지로는 나이론 11, 12 및 공중합체이며, 습기와의 반응에 의한 수소결합으로 제조된 에나멜선간의 표면 점착 발생을 극소화할 수 있도록 설계할 수 있다. 주용도는 고화질 텔레비전의 편양 요오크 코일 및 특수형태의 코일의 제조 등이며, 통전 및 가열방식에 적합하다.
- <163> 상기 iv) 변성 에폭시계 자기융착성 바니시는 저점도-고불휘발분의 하이 솔리드화, 점착강도, 용착 및 점착후 변형성 및 작업성면에서 우수한 바니시로, 주로 통전방식을 적용한다.

- <164> 본 발명의 자기저항 에나멜선은 전도성 심선의 외측에 상기 자기저항물질을 함유하는 자기저항 바니시를 피복하고 연화시켜 자기저항 바니시층을 형성시켜서 제조한다.
- <165> 바람직하게는 전도성 심선의 도체 외측에 1차로 자기저항물질을 함유하는 절연 바니시를 도장 및 연화하여 자기저항 절연 바니시층을 형성시킨다. 그 다음으로 필요시 자기저항물질을 함유하거나 함유하지 않은 같은 종류, 또는 다른 종류의 수지를 사용하는 제2, 또는 제3의 절연 바니시를 도장 및 연화에 의하여 형성시키도록 한다.
- <166> 또한 필요시 상기와 같이 다중 도장되어 형성된 자기저항 바니시층의 외측에 자기용착성 바니시를 피복하고 연화시켜 자기용착성 자기저항 에나멜선으로도 제조할 수 있다. 또한 용착성이 없는 절연층에 자기저항물질을 함유시키지 않고, 최종적으로 도장 및 연화시키는 자기용착층에 자기저항물질을 함유시켜서 자기용착성 자기저항 에나멜선으로 제조할 수도 있다.
- <167> 또한 상기 자기저항 바니시층의 외부에 자기저항물질을 함유하거나 또는 함유하지 않은 절연층을 교차 반복하여 도장하고 연화시킬 수 있다. 또한 각각의 절연층은 원하는 피복두께를 위하여 각각의 도장 및 연화를 수회 반복하여 실시할 수 있다. 이 때에도 전도성이 있는 자기저항물질을 함유할 경우에는 1차 절연층에 자기저항물질을 포함하거나, 1차층 혹은 2차층을 형성한 후 충분한 절연파괴전압이 나오는지 확인하고 최종적으로 포함시키는 것이 바람직하다. 도장 및 연화를 수회 반복하는 것은 한번에 원하는 두께로 형성된 에나멜선보다 반복하여 코팅 형성된 에나멜선이 보다 절연력이 우수하기 때문이다.

<168> 상기 전도성 심선에 자기저항 바니시, 자기융착성 절연 바니시, 또는 자기융착성 자기저항 바니시를 도장하는 방법은 롤 코팅, 또는 함침 등의 통상적인 방법을 통하여 실시한다. 또한 도장 후 연화는 연화로에서 실시하는 것이 바람직하다. 연화로의 온도는 각각의 바니시의 수지의 연화, 또는 경화온도에 맞추어 조정하는 것이 바람직하며, 더욱 바람직한 온도는 400 내지 700 °C이다.

<169> 이하에서는 실시예 및 비교예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 단, 하기에 기재된 실시예는 본 발명에서의 자기저항 물질과, 경질자성재료를 포함하여 실시하며 본 발명을 예시하기 위한 것이지 이들만으로 한정되는 것은 아니다.

<170> [실시예]

<171> 비교예 1

<172> (일반 폴리에스테르계 절연 바니시의 제조)

<173> 디메틸테레프탈레이트(D.M.T) 28.11 중량부, 에틸렌글리콜(E.G) 6.69 중량부, 글리세린(순도 95 중량% 이상) 6.63 중량부, Tin계 금속염의 금속 촉매 0.01 중량부, 및 메타-크레졸(메타분 55 중량부 이상) 17.28 중량부를 반응기에 투입하고 150 내지 250 °C의 온도로 반응시키고, 연화점이 85±2 °C에 도달하면 반응을 중단한 후, 반응물에 페놀 7.41 중량부, 자일렌 18.58 중량부, 솔벤트-납사 10.20 중량부, 테트라-n-부틸티타네이트(T.B.T) 1.75 중량부, 아연함량 8 중량%의 아연옥토에이트(Zn-Octoate) 1.09 중량부, 및 폴리이소시아네이트(-NCO 5 중량% 함유) 2.25 중량부를 순서대로 투입하고 회석하여

폴리에스테르계 절연 바니시를 제조하였다. 이 바니시의 점도는 25 °C에서 측정시 3 ± 0.5 poise를 나타내었고, 고형분은 35 ± 0.5 중량%(200 °C x 2 시간 건조)를 나타내었다.

<174> (일반 폴리에스테르계 절연 바니시 도장 에나멜선의 제조)

<175> 상기에서 제조된 일반 폴리에스테르계 절연 바니시를 직경 1.0 mm의 구리 도체선 위에 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460 °C를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460 °C, 출구가 540 °C를 유지하였다.

<176> 제조된 에나멜선은 절연 바니시층의 두께는 외측 마이크로미터로 측정한 결과 0.019 mm를 나타내었다. 이 에나멜선의 기타 물성은 하기 표 3에 나타내었다.

<177> 실시예 1

<178> (폴리에스테르계 연질 자성 바니시의 제조)

<179> 상기 비교예 1에서 제조된 일반 폴리에스테르계 절연 바니시 100 중량부에 Fe_2O_3 약 63%, Fe_3O_4 약 23%, CoFe_2O_4 약 9%를 주성분으로 하는 복합 산화물의 연질자성재료 1.225 중량부, 및 폴리에틸렌중합형 보호콜로이드계 분산제 0.125 중량부를 추가 투입하고 교반 및 분산하여 폴리에스테르계 연질 자성재료를 포함하는 바니시를 제조하였다. 제조된 바니시는 연화도가 4를 나타내었다.

<180> (폴리에스테르계 연질 자성 바니시 도장 에나멜선의 제조)

<181> 일반 폴리에스테르계 절연 바니시 대신에 상기 바니시를 도장하는 것을 제외하고는 상기 비교예 1과 같은 방법을 이용하여 연질 자성재료형 에나멜선을 제조하였다.

<182> 제조된 에나멜선 바니시층의 두께는 외측 마이크로미터로 측정한 결과 0.019 mm를 나타내었다. 이 에나멜선의 기타 물성은 하기 표 3에 나타내었다.

<183> [표 3]

<184>

구 분		비교예 1	실지예 1	시험방법(KS C3006)	KS C3107 규격
에 나 멜 선	절연층	일반 폴리에스테르계 절연 바니시층	폴리에스테르계 연질자성 바니시층	-	-
	절모양	양호	양호	육안검사	표면이 균일할 것
	절연층 두께 (mm)	0.019	0.019	외측 마이크로미터	0.015 mm 이상
	핀홀 개수	0/3	0/3	5m, 12 volt/1min	3 개 이하
	밀착성	양호	양호	4 m/sec, 급격신장	균열이 없을 것
	내마모성(g)	양호	양호	일방향식(g)	최소 : 360 이상 평균 : 445 이상
	절연파괴전압 (KV)	7.29	3.22	하중 350 g	2.80 이상
	내연화성(℃)	295	290	승온법, 하중 400 g	240 ℃ 이상
	내열충격성	0/3, 양호	0/3, 양호	80℃, 60 분	균열이 없을 것
	내용제성	4H, 양호	4H, 양호	Xylene, 60℃/30분	표면 기포, 부풀음 및 균열이 없을 것

<185> 비교예 2

<186> (일반 폴리비닐포르말계 절연 바니시의 제조)

<187> 메타-크레졸(메타분 55 중량부 이상) 15.69 중량부, 솔벤트-납사 10.49 중량부, 자일렌 11.89 중량부, 폴리이소시아네이트(-NCO 함량 5 중량%) 38.60 중량부, 폴리비닐부티랄 수지(일본 Chisso사 제조 Vinytec-L) 3.33 중량부, 아연함량 8 중량%의 아연옥토에이트(Zn-Octoate) 0.25 중량부, 폴리에스테르 폴리올(-OH 함량 4.5 중량%) 15.35 중량부를 반응기에 투입하고 150 내지 250 ℃의 온도로 반응시켜 폴리비닐포르말계 절연 바니

시를 제조하였다. 이 바니시의 점도는 25 °C에서 측정시 3 ± 0.5 poise를 나타내었고, 고형분은 35 ± 0.5 중량%(200 °C x 2시간 건조)를 나타내었다.

<188> (일반 폴리비닐포르말계 절연 바니시 도장 에나멜선의 제조)

<189> 상기에서 제조된 일반 폴리비닐포르말계 절연 바니시를 직경 1.0 mm의 구리 도체선에 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460 °C를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460 °C, 출구가 540 °C를 유지하였다.

<190> 제조된 에나멜선은 절연 바니시 층의 두께는 외측 마이크로미터로 측정한 결과 0.017 mm를 나타내었다. 이 에나멜선의 기타 물성은 하기 표 4에 나타내었다.

<191> 실시예 2

<192> (폴리비닐포르말계 연질 자성 바니시의 제조)

<193> 상기 비교예 2에서 제조된 일반 폴리비닐포르말계 절연 바니시 100 중량부에 Fe_2O_3 약 63%, Fe_3O_4 약 23%, CoFe_2O_4 약 9%를 주성분으로 하는 복합 산화물의 연질 자성재료 1.10 중량부, 및 지방산 폴리아미드계인 분산제 0.05 중량부를 추가 투입하고 교반 및 분산하여 폴리비닐포르말계 연질 자성 바니시를 제조하였다. 제조된 바니시는 연화도가 4를 나타내었다.

<194> (폴리비닐포르말계 연질 자성 바니시 도장 에나멜선의 제조)

<195> 일반 폴리비닐포르말계 절연 바니시 대신에 상기 폴리비닐포르말계 연질 자성 바니시를 도장하는 것을 제외하고는 상기 비교예 2와 같은 방법을 이용하여 자기저항 에나멜선을 제조하였다.

<196> 제조된 에나멜선 연질 자성 바니시층의 두께는 외측 마이크로미터로 측정한 결과 0.017mm를 나타내었다. 이 에나멜선의 기타 물성은 하기 표 4에 나타내었다.

<197> [표 4]

구 분		비교예 2	실시예 2	시험방법(KS C3006)	KS C3107 규격
에 나 멜 선	절연층	일반폴리비닐포르말계 절연 바니시층	폴리비닐포르말계 연질자성 바니시층	-	-
	겉모양	양호	양호	육안검사	표면이 균일할 것
	절연층 두께 (mm)	0.017	0.017	외측 마이크로미터	0.015 mm 이상
	핀홀 개수	0/3	0/3	5m, 12 volt/1min	3 개 이하
	밀착성	양호	양호	4 m/sec, 급격신장	균열이 없을 것
	내마모성(g)	양호	양호	일방향식(g)	최소 : 360 이상 평균 : 445 이상
	절연파괴전압 (KV)	6.92	3.64	하중 350 g	2.80 이상
	내연화성(℃)	275	268	승온법, 하중 400 g	240 ℃ 이상
	내열충격성	0/3, 양호	0/3, 양호	180 ℃, 60 분	균열이 없을 것
	내용제성	4H, 양호	4H, 양호	Xylene, 60℃/30분	표면 기포, 부풀음 및 균열이 없을 것

<199> 비교예 3

<200> (일반 폴리우레탄계 절연 바니시의 제조)

<201> 메타-크레졸(메타분 55 중량부 이상) 40.00 중량부, 솔벤트-납사 9.40 중량부, 자일렌 12.70 중량부, 폴리이소시아네이트(-NCO 함량 11 중량%) 16.00 중량부, 폴리이소시아네이트(-NCO 함량 12 중량%) 9.20 중량부, 폴리아미드 수지(독일 BASF사 제조 Ultramid-1C) 0.80 중량부, 아연함량 8 중량%의 아연옥토에이트(Zn-Octoate) 0.40 중량

부, 폴리에스테르 폴리올(-OH 함량 4.5 중량%) 17.50 중량부를 반응기에 투입하고 150 내지 250 °C의 온도로 반응시켜 폴리우레탄계 절연 바니시를 제조하였다. 이 바니시의 점도는 25 °C에서 측정시 3 ± 0.5 poise를 나타내었고, 고형분은 35 ± 0.5 중량%(200 °C x 2 시간 건조)를 나타내었다.

<202> (일반 폴리우레탄계 절연 바니시 도장 에나멜선의 제조)

<203> 상기에서 제조된 일반 폴리우레탄계 절연 바니시를 직경 1.0 mm의 구리 도체선에 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460 °C를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 50 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460 °C, 출구가 540°C를 유지하였다.

<204> 제조된 에나멜선은 절연 바니시층의 두께는 외측 마이크로미터로 측정한 결과 0.019 mm를 나타내었다. 이 에나멜선의 기타 물성은 하기 표 5에 나타내었다.

<205> 실시예 3

<206> (폴리우레탄계 연질 자성 바니시의 제조)

<207> 상기 비교예 3에서 제조된 일반 폴리우레탄계 절연 바니시 100 중량부에 Fe_2O_3 약 63%, Fe_3O_4 약 23%, CoFe_2O_4 약 9%를 주성분으로 하는 복합 산화물의 연질 자성 재료 1.20 중량부, 및 지방산아미드계인 분산제 0.15 중량부를 추가 투입하고 교반 및 분산하여 폴리우레탄계 연질 자성 바니시를 제조하였다. 제조된 바니시는 연화도가 4를 나타내었다.

<208> (폴리우레탄계 연질 자성 바니시 도장 에나멜선의 제조)

<209> 일반 폴리우레탄계 절연 바니시 대신에 상기 폴리우레탄계 연질 자성 바니시를 도장하는 것을 제외하고는 상기 비교예 3과 같은 방법을 이용하여 연질 자성 에나멜선을 제조하였다.

<210> 제조된 에나멜선 바니시층의 두께는 외측 마이크로미터로 측정한 결과 0.019 mm를 나타내었다. 이 에나멜선의 기타 물성은 하기 표 5에 나타내었다.

<211> [표 5]

구 분		비교예 3	실시예 3	시험방법(KS C3006)	KS C3107 규격
에 나 멜 선	절연층	일반 폴리우레탄계 절연 바니시층	폴리우레탄계 연질자성 바니시층	-	-
	겉모양	양호	양호	육안검사	표면이 균일할 것
	절연층 두께(mm)	0.019	0.019	외측 마이크로미터	0.015 mm 이상
	편홀 개수	0/3	0/3	5m, 12 volt/1min	3 개 이하
	밀착성	양호	양호	4 m/sec, 급격신장	균열이 없을 것
	내마모성(g)	양호	양호	일방향식(g)	최소 : 360 이상 평균 : 445 이상
	절연과파전압(KV)	6.89	4.20	하중 350 g	2.80 이상
	내연화성(℃)	267	259	승온법, 하중 400 g	240 ℃ 이상
	내열충격성	0/3, 양호	0/3, 양호	150 ℃, 60 분	균열이 없을 것
	내용제성	4H, 양호	4H, 양호	Xylene, 60℃/30분	표면 기포, 부풀음 및 균열이 없을 것

<213> 비교예 4

<214> (일반 폴리에스테르이미드계 절연 바니시의 제조)

<215> 자이레놀산 47.00 중량부, 에틸렌글리콜 18.30 중량부, 디에틸렌글리콜 25.30 중량부, 트리스-하이드록시에틸이소시아누레이트 (tris-hydroxyethylisocyanurate) 77.80 중량부, 글리세린(순도 95 중량% 이상) 20.70 중량부, 디메틸테레프탈레이트 103.70 중량부, 초산아연(Zn-acetate) 0.24 중량부, 트리멜리트산무수물(tri-mellitic-anhydride) 118.04 중량부, 디아미노디페닐메탄(di-amino-diphenylmethane) 81.70 중량부, 메타-크레졸(메타분 55 중량부 이상) 421.00 중량부, 솔벤트-납사 140.00 중량부, 크리젤티타네이트 폴리머 15.50 중량부, 레졸형 페놀수지 7.76 중량부, 및 폴리이소시아네이트(-NCO 함량 4.5 중량% MDI계 블록킹형) 3.88 중량부를 반응기에 투입하고 150 내지 250 °C의 온도로 반응시켜 폴리에스테르이미드계 절연 바니시를 제조하였다. 이 바니시의 점도는 25 °C에서 측정시 3±0.5 poise를 나타내었고, 고형분은 35±0.5 중량%(200°Cx 2시간 건조)를 나타내었다.

<216> (일반 폴리에스테르이미드계 절연 바니시 도장 에나멜선의 제조)

<217> 상기에서 제조된 일반 폴리에스테르이미드계 절연 바니시를 직경 1.0 mm의 구리 도체선에 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460 °C를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460°C, 출구가 540°C를 유지하였다.

<218> 제조된 에나멜선은 절연 바니시층의 두께는 외측 마이크로미터로 측정한 결과 0.019 mm를 나타내었다. 이 에나멜선의 기타 물성은 하기 표 6에 나타내었다.

<219> 실시예 4

<220> (폴리에스테르이미드계 연질 자성 바니시의 제조)

<221> 상기 비교예 4에서 제조된 일반 폴리에스테르이미드계 절연 바니시 100 중량부에 Fe_2O_3 약 63%, Fe_3O_4 약 23%, CoFe_2O_4 약 9%를 주성분으로 하는 복합 산화물의 이방성 자기저항 물질 1.20 중량부, 및 폴리에틸렌중합형 보호콜로이드계인 분산제 0.07 중량부를 추가 투입하고 교반 및 분산하여 폴리에스테르이미드계 연질 자성 바니시를 제조하였다. 제조된 바니시는 연화도가 4를 나타내었다.

<222> (폴리에스테르이미드계 연질 자성 바니시 도장 에나멜선의 제조)

<223> 일반 폴리에스테르이미드계 바니시 대신에 상기 폴리에스테르이미드계 연질 자성 바니시를 도장하는 것을 제외하고는 상기 비교예 4와 같은 방법을 이용하여 자기저항 에나멜선을 제조하였다.

<224> 제조된 에나멜선 바니시층의 두께는 외측 마이크로미터로 측정한 결과 0.019 mm를 나타내었다. 이 에나멜선의 기타 물성은 하기 표 6에 나타내었다.

<225> [표 6]

<226> 구 분		비교예 4	실시예 4	시험방법(KS C3006)	KS C3107 규격
에 나 멜 선	절연층	일반 폴리에스테르 이미드계 절연바니시층	폴리에스테르 이미드계 연질자성 바니시층	-	-
	겉모양	양호	양호	육안검사	표면이 균일할 것
	절연층 두께 (mm)	0.019	0.019	외측 마이크로미터	0.015 mm 이상
	핀홀 개수	0/3	0/3	5m, 12 volt/1min	5 개 이하
	밀착성	양호	양호	4 m/sec, 급격신장	균열이 없을 것
	내마모성(g)	양호	양호	일방향식(g)	최소 : 360 이상 평균 : 445 이상
	절연과괴전압 (KV)	7.84	5.03	하중 350 g	2.80 이상
	내연화성(℃)	323	338	승온법, 하중 400 g	300 ℃ 이상
	내열충격성	0/3, 양호	0/3, 양호	220℃, 60 분	균열이 없을 것
	내용제성	4H, 양호	4H, 양호	Xylene, 60℃/30분	표면 기포, 부풀음 및 균열이 없을 것

<227> 비교예 5

<228> (일반 폴리아미드이미드계 절연 바니시의 제조)

<229> 트리멜리트산무수물(tri-mellitic-anhydride) 134.0 중량부, 4,4-메틸렌디페닐다이소시아네이트 175 중량부, N-메틸피롤리돈(N-methylpyrrolidone) 418.0 중량부, 및 디메틸포름아미드(di-methyl-formamide) 137.0 중량부를 반응기에 투입하고 150 내지 250℃의 온도로 반응시켜 폴리아미드이미드계 절연 바니시를 제조하였다. 이 바니시의 점도는 25℃에서 측정시 3±0.5 poise를 나타내었고, 고형분은 35±0.5 중량%(200℃x 2시간 건조)를 나타내었다.

<230> (일반 폴리아미드이미드계 절연 바니시 도장 에나멜선의 제조)

<231> 상기에서 제조된 일반 폴리아미드이미드계 절연 바니시를 직경 1.0 mm의 구리 도체선에 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460℃, 출구가 540℃를 유지하였다.

<232> 제조된 에나멜선은 절연 바니시층의 두께는 외측 마이크로미터로 측정한 결과 0.019 mm를 나타내었다. 이 에나멜선의 기타 물성은 하기 표 7에 나타내었다.

<233> 실시예 5

<234> (폴리아미드이미드계 연질 자성 바니시의 제조)

<235> 상기 비교예 5에서 제조된 일반 폴리아미드이미드계 절연 바니시 100 중량부에 Fe_2O_3 약 63%, Fe_3O_4 약 23%, CoFe_2O_4 약 9%를 주성분으로 하는 복합 산화물의 연질 자성재료 1.35 중량부, 및 지방산아미드계인 분산제 0.05 중량부를 추가 투입하고 교반 및 분산하여 폴리아미드이미드계 연질 자성 바니시를 제조하였다. 제조된 바니시는 연화도가 4를 나타내었다.

<236> (폴리아미드이미드계 연질 자성 바니시 도장 에나멜선의 제조)

<237> 일반 폴리아미드이미드계 절연 바니시 대신에 상기 폴리아미드이미드계 연질 자성 바니시를 도장하는 것을 제외하고는 상기 비교예 5와 같은 방법을 이용하여 연질 자성 에나멜선을 제조하였다.

<238> 제조된 에나멜선의 연질 자성 바니시층의 두께는 외측 마이크로미터로 측정한 결과 0.019 mm를 나타내었다. 이 에나멜선의 기타 물성은 하기 표 7에 나타내었다.

<239> [표 7]

<240>

구 분		비교예 5	실시예 5	시험방법 (KS C3006)	KS C3107 규격
에 나 멜 선	절연층	일반폴리아미드이 미드계 절연바니 시층	폴리아미드이미드계 연지자성 바니시층	-	-
	겉모양	양호	양호	육안검사	표면이 균일할 것
	절연층 두께 (mm)	0.019	0.019	외측 마이크로미터	0.015 mm 이상
	핀홀 개수	0/3	0/3	5m, 12 volt/1min	3 개 이하
	밀착성	양호	양호	4 m/sec, 급격신 장	균열이 없을 것
	내마모성(g)	양호	양호	일방향식(g)	최소 : 360 이상 평균 : 445 이상
	절연파괴전압 (KV)	7.29	7.42	하중 350 g	2.80 이상
	내연화성(℃)	358	364	승온법, 하중 400 g	300℃ 이상
	내열충격성	0/3, 양호	0/3, 양호	220℃, 60 분	균열이 없을 것
	내용제성	4H, 양호	4H, 양호	Xylene, 60℃/30 분	표면 기포, 부풀음 및 균열이 없을 것

<241> 비교예 6

<242> (폴리비닐부티랄계 자기용착성 절연 바니시의 제조)

<243> 메타-크레졸(메타분 55 중량% 이상) 31.50 중량부, 자일렌 79.40 중량부, 디메틸포
름아미드 31.00 중량부, 에폭시-페놀 변성수지 1.35 중량부, 폴리비닐부티랄 수지(몬산
토사 제조 모비탈 B-30H)를 150 내지 250℃의 온도로 반응시켜 폴리비닐부티랄계 자기용
착성 절연 바니시를 제조하였다.

<244> (일반 폴리에스테르계 절연 바니시층 및 폴리비닐부티랄계 자기융착성 절연 바니시층을 포함하는 에나멜선의 제조)

<245> 상기 비교예 1에서 제조된 일반 폴리에스테르계 절연 바니시가 도장된 에나멜선에 상기에서 제조한 폴리비닐부티랄계 자기융착성 절연 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460℃, 출구가 540℃를 유지하였다.

<246> 실시예 6

<247> (폴리에스테르계 연질 자성 바니시층 및 폴리비닐부티랄계 자기융착성 절연 바니시층을 포함하는 자기융착성 연질 자성 에나멜선의 제조)

<248> 상기 실시예 1에서 제조된 폴리에스테르계 연질 자성 바니시가 도장된 에나멜선에 상기 비교예 6의 폴리비닐부티랄계 자기융착성 절연 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460℃, 출구가 540℃를 유지하였다.

<249> 실시예 7

<250> (폴리비닐부티랄계 자기융착성 연질 자성 바니시의 제조)

<251> 상기 비교예 6에서 제조된 폴리비닐부티랄계 자기융착성 절연 바니시 100 중량부에 Fe_2O_3 약 63%, Fe_3O_4 약 23%, CoFe_2O_4 약 9%를 주성분으로 하는 복합 산화물의 연질 자성재료 0.70 중량부, 및 폴리에틸렌중합형 보호콜로이드계인 분산제 0.05 중량부를 추가 투입하고 교반 및 분산하여 폴리비닐부티랄계 자기융착성 연질 자성 바니시를 제조하였다. 제조된 바니시는 연화도가 4를 나타내었다.

<252> (일반 폴리에스테르계 절연 바니시층 및 폴리비닐부티랄계 자기융착성 연질자성 바니시 층을 포함하는 자기융착성 절연 에나멜선의 제조)

<253> 상기 비교예 1에서 제조된 일반 폴리에스테르계 절연 바니시가 도장된 에나멜선에 상기에서 제조된 폴리비닐부티랄계 자기융착성 연질 자성 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M 이고, 연화로의 온도는 460°C 를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460°C , 출구가 540°C 를 유지하였다.

<254> 실시예 8

<255> (폴리에스테르계 연질 자성 바니시층 및 폴리비닐부티랄계 자기융착성 연질자성 바니시 층을 포함하는 자기융착성 연질 자성 에나멜선의 제조)

<256> 상기 실시예 1에서 제조된 폴리에스테르계 연질 자성 바니시가 도장된 에나멜선에
상기 비교예 7에서 제조된 폴리비닐부티랄계 자기융착성 연질 자성 바니시를 롤 코팅 방
식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길
이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35
m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460℃, 출구가
540℃를 유지하였다.

<257> [표 8]

구 분		비교예 6	실시예 6	실시예 7	실시예 8
에 나 멜 선	절연층	일반 폴리에스테르 계 절연 바니시	폴리에스테르계 연질자성 바니시 층	일반 폴리에스테르계 절연 바니시	폴리에스테르계 연질 자성 바니시층
	자기융착층	폴리비닐부티랄계 자기융착성 절연 바니시	폴리비닐부티랄계 자기융착성 절연 바니시	폴리비닐부티랄계 자 기융착성 연질자성 바니시	폴리비닐부티랄계 자 기융착성 연질자성 바니시
	절연층 두께(mm)	0.013	0.019	0.019	0.019
	자기융착층 두께 (mm)	0.007	0.007	0.007	0.007
	판홀 개수	0/3	0/3	0/3	0/3
	밀착성	양호	양호	양호	양호
	내마모성(g)	양호	양호	양호	양호
	절연파괴전압 (KV)	8.3	7.9	8.7	7.6
	내연화성(℃)	290	285	285	275
	내열충격성	양호	양호	양호	양호
	내용제성	양호	양호	양호	양호

<259> 비교예 7

<260> (페녹시계 자기융착성 절연 바니시의 제조)

<261> 메타-크레졸(메타분 55 중량% 이상) 12.30 중량부, 솔벤트-납사 19.50 중량부, 자
일렌 19.50 중량부, 페녹시 수지(PKHH-3038) 20.00 중량부, 페놀 8.18 중량부, 부틸칼비

톨(butyl carbitol) 20.5 중량부, 및 무수프탈산 0.02 중량부를 150 내지 250℃의 온도로 반응시켜 페녹시계 자기용착성 절연 바니시를 제조하였다.

<262> (일반 폴리비닐포르말계 절연 바니시층 및 페녹시계 자기용착성 절연 바니시층을 포함하는 에나멜선의 제조)

<263> 상기 비교예 2에서 제조된 일반 폴리비닐포르말계 절연 바니시가 도장된 에나멜선에 상기에서 제조한 페녹시계 자기용착성 절연 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460 ℃, 출구가 540℃를 유지하였다.

<264> 실시예 9

<265> (폴리비닐포르말계 연질 자성 바니시층 및 페녹시계 자기용착성 절연 바니시층을 포함하는 자기용착성 연질 자성 에나멜선의 제조)

<266> 상기 실시예 2에서 제조된 폴리비닐포르말계 연질 자성 바니시가 도장된 에나멜선에 상기 비교예 7의 페녹시계 자기용착성 절연 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460 ℃, 출구가 540℃를 유지하였다.

<267> 실시예 10

<268> (페녹시계 자기융착성 연질 자성 바니시의 제조)

<269> 상기 비교예 7에서 제조된 페녹시계 자기융착성 절연 바니시 100 중량부에 Fe_2O_3 약 63%, Fe_3O_4 약 23%, CoFe_2O_4 약 9%를 주성분으로 하는 복합 산화물의 연질 자성재료 1.00 중량부, 및 폴리에틸렌중합형 보호콜로이드계인 분산제 0.12 중량부를 추가 투입하고 교반 및 분산하여 페녹시계 자기융착성 연질 자성 바니시를 제조하였다. 제조된 바니시는 연화도가 4를 나타내었다.

<270> (일반 폴리비닐포르말계 절연 바니시층 및 페녹시계 자기융착성 자기저항 바니시층을 포함하는 자기융착성 절연 에나멜선의 제조)

<271> 상기 비교예 2에서 제조된 일반 폴리비닐포르말계 절연 바니시가 도장된 에나멜선에 상기에서 제조된 페녹시계 자기융착성 경질자성 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460°C 를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460°C , 출구가 540°C 를 유지하였다.

<272> 실시예 11

<273> (폴리비닐포르말계 연질 자성 바니시층 및 페녹시계 자기융착성 연질 자성 바니시층을 포함하는 자기융착성 연질 자성 에나멜선의 제조)

<274> 상기 실시예 2에서 제조된 폴리비닐포르말계 연질 자성 바니시가 도장된 에나멜선에 상기 실시예 10에서 제조된 페녹시계 자기융착성 연질 자성 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460℃, 출구가 540℃를 유지하였다.

<275> [표 9]

구 분		비교예 7	실시예 9	실시예 10	실시예 11
에 나 멜 선	절연층	일반 폴리비닐포르말계 절연 바니시	폴리비닐포르말계 연질자성 바니시층	일반 폴리비닐포르말계 절연 바니시	폴리비닐포르말계 연질자성 바니시층
	자기융착층	페녹시계 자기융착성 절연 바니시	페녹시계 자기융착성 절연 바니시	페녹시계 자기융착성 연질자성 바니시	페녹시계 자기융착성 연질자성 바니시
	절연층 두께 (mm)	0.013	0.013	0.013	0.013
	자기융착층 두께 (mm)	0.007	0.007	0.007	0.007
	핀홀 개수	0/3	0/3	0/3	0/3
	밀착성	양호	양호	양호	양호
	내마모성(g)	양호	양호	양호	양호
	절연파괴전압 (KV)	7.5	7.2	6.8	7.4
	내연화성(℃)	270	260	265	267
	내열충격성	양호	양호	양호	양호
	내용제성	양호	양호	양호	양호

<277> 비교예 8

<278> (폴리아미드계 자기융착성 절연 바니시의 제조)

<279> 메타-크레졸(메타분 55 중량% 이상) 120.0 중량부, 솔벤트-납사 1.3 중량부, 자일렌 126.0 중량부, 페놀 8.3 중량부, 알킬페놀수지 0.75 중량부, 폴리이소시아네이트 (-NCO 함량 4.5 중량%, MDI계 블록킹형) 0.9 중량부, 아연 함량 8 중량%의 아연옥코에이트 0.6 중량부, 폴리아미드 공중합체(나일론 11계) 60.0 중량부를 150 내지 250℃의 온도로 반응시켜 페녹시계 자기융착성 절연 바니시를 제조하였다.

<280> (일반 폴리아미드이미드계 절연 바니시층 및 폴리아미드계 자기융착성 절연 바니시층을 포함하는 에나멜선의 제조)

<281> 상기 비교예 5에서 제조된 일반 폴리아미드이미드계 절연 바니시가 도장된 에나멜선에 상기에서 제조한 폴리아미드계 자기융착성 절연 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460℃, 출구가 540℃를 유지하였다.

<282> 실시예 12

<283> (폴리아미드이미드계 연질 자성 바니시층 및 폴리아미드계 자기융착성 절연 바니시층을 포함하는 자기융착성 연질 자성 에나멜선의 제조)

<284> 상기 실시예 5에서 제조된 폴리아미드이미드계 연질 자성 바니시가 도장된 에나멜선에 상기 비교예 8의 폴리아미드계 자기융착성 절연 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시

키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460℃, 출구가 540℃를 유지하였다.

<285> 실시예 13

<286> (폴리아미드계 자기융착성 연질 자성 바니시의 제조)

<287> 상기 비교예 8에서 제조된 폴리아미드계 자기융착성 절연 바니시 100 중량부에 Fe_2O_3 약 63%, Fe_3O_4 약 23%, CoFe_2O_4 약 9%를 주성분으로 하는 복합 산화물의 연질 자성재료 1.30 중량부, 및 지방산아미드계인 분산제 0.05 중량부를 추가 투입하고 교반 및 분산하여 폴리아미드계 자기융착성 연질 자성 바니시를 제조하였다. 제조된 바니시는 연화도가 4를 나타내었다.

<288> (일반 폴리아미드이미드계 절연 바니시층 및 폴리아미드계 자기융착성 연질 자성 바니시 층을 포함하는 자기융착성 연질 자성 에나멜선의 제조)

<289> 상기 비교예 5에서 제조된 일반 폴리아미드이미드계 절연 바니시가 도장된 에나멜선에 상기에서 제조된 폴리아미드계 자기융착성 연질 자성 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이

었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460℃, 출구가 540℃를 유지하였다.

<290> 실시예 14

<291> (폴리아미드이미드계 연질 자성 바니시층 및 폴리아미드계 자기융착성 연질 자성 바니시 층을 포함하는 자기융착성 연질 자성 에나멜선의 제조)

<292> 상기 실시예 5에서 제조된 폴리아미드이미드계 연질 자성 바니시가 장된 에나멜선에 상기 실시예 13에서 제조된 폴리아미드계 자기융착성 연질 자성 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 선속은 35 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460℃, 출구가 540℃를 유지하였다.

<293> [표 10]

<294>

구 분		비교예 8	실시예 12	실시예 13	실시예 14
에 나 멜 선	절연층	일반 폴리아미드이미드 계 절연 바니시	폴리아미드이미드계 연질자성 바니시층	일반 폴리아미드이 미드계 절연 바니시	폴리아미드이미드계 연질자성 바니시층
	자기융착층	폴리아미드계 자기 융착성 절연 바니시	폴리아미드계 자기 융착성 절연 바니시	폴리아미드계 자기 융착성 연질자성 바 니시	폴리아미드계 자기 융착성 연질자성 바 니시
	절연층 두께(mm)	0.013	0.013	0.013	0.013
	자기융착층 두께(mm)	0.007	0.007	0.007	0.007
	핀홀 개수	0/3	0/3	0/3	0/3
	밀착성	양호	양호	양호	양호
	내마모성(g)	양호	양호	양호	양호
	절연파괴전 압(KV)	8.5	9.1	8.3	8.7
	내연화성(℃)	352	347	349	340
	내열충격성	양호	양호	양호	양호
	내용제성	양호	양호	양호	양호

<295> 비교예 9

<296> (에폭시계 자기융착성 절연 바니시의 제조)

<297> 에폭시 수지(에폭시 당량 186) 62.0 중량부, 하이드로퀴논 9.16 중량부, 트리-n-부틸아민(시약급) 1.53 중량부, 레졸신(resorcin) 9.16 중량부, 및 메틸칼비톨(methyl carbitol) 186.7 중량부를 150 내지 250℃의 온도로 반응시켜 에폭시계 자기융착성 절연 바니시를 제조하였다.

<298> (일반 폴리우레탄계 절연 바니시층 및 에폭시계 자기융착성 절연 바니시층을 포함하는 에나멜선의 제조)

<299> 상기 비교예 3에서 제조된 일반 폴리우레탄계 절연 바니시가 도장된 에나멜선에 상기에서 제조한 에폭시계 자기용착성 절연 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 일방향식 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460℃, 출구가 540℃를 유지하였다.

<300> 실시예 15

<301> (폴리우레탄계 연질 자성 바니시층 및 에폭시계 자기용착성 절연 바니시 층을 포함하는 자기용착성 연질 자성 에나멜선의 제조)

<302> 상기 실시예 3에서 제조된 폴리우레탄계 자기저항 바니시가 도장된 에나멜선에 상기 비교예 9의 에폭시계 자기용착성 절연 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 일방향식 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460℃, 출구가 540℃를 유지하였다.

<303> 실시예 16

<304> (에폭시계 자기용착성 연질 자성 바니시의 제조)

<305> 상기 비교예 9에서 제조된 에폭시계 자기용착성 절연 바니시 100 중량부에 Fe_2O_3 약 63%, Fe_3O_4 약 23%, CoFe_2O_4 약 9%를 주성분으로 하는 복합 산화물의 연질)자성재료 1.20 중량부, 및 폴리에틸렌중합형 보호콜로이드계인 분산제 0.15 중량부를 추가 투

입하고 교반 및 분산하여 에폭시계 자기용착성 연질 자성 바니시를 제조하였다. 제조된 바니시는 연화도가 4를 나타내었다.

<306> (일반 폴리우레탄계 절연 바니시층 및 에폭시계 자기용착성 연질 자성 바니시 층을 포함하는 자기용착성 절연 에나멜선의 제조)

<307> 상기 비교예 3에서 제조된 일반 폴리우레탄계 절연 바니시가 도장된 에나멜선에 상기에서 제조된 에폭시계 자기용착성 연질 자성 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 일방향식 m/min이었다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460℃, 출구가 540℃를 유지하였다

<308> 실시예 17

<309> (폴리우레탄계 연질 자성 바니시층 및 에폭시계 자기용착성 연질 자성 바니시 층을 포함하는 자기용착성 연질 자성 에나멜선의 제조)

<310> 상기 실시예 3에서 제조된 폴리우레탄계 연질 자성 바니시가 도장된 에나멜선에 상기 실시예 16에서 제조된 에폭시계 자기용착성 연질 자성 바니시를 롤 코팅 방식으로 피복시키고 연화로에서 연화시킨 후, 건조로에서 건조하였다. 이때 연화로의 길이는 4 M 이고, 연화로의 온도는 460℃를 유지하였으며, 연화로 및 건조로의 일방향식 m/min이었

다. 또한 건조로의 길이는 3.4 M이고, 건조로의 온도는 입구가 460℃, 출구가 540℃를 유지하였다.

<311> [표 11]

구 분		비교예 9	실시예 15	비교예 16	실시예 17
에 나 멜 선	절연층	일반 폴리우레탄계 절연 바니시	폴리우레탄계 연질 자성 바니시층	일반 폴리우레탄계 절연 바니시	폴리우레탄계 연질 자성 바니시층
	자기융착층	에폭시계 자기융착 성 절연 바니시	에폭시계 자기융착 성 절연 바니시	에폭시계 자기융착성 연질자성 바니시	에폭시계 자기융착 성 연질자성 바니 시
	절연층 두께 (mm)	0.013	0.013	0.013	0.013
	자기융착층 두 께(mm)	0.007	0.007	0.007	0.007
	편홀 개수	0/3	0/3	0/3	0/3
	밀착성	양호	양호	양호	양호
	내마모성(g)	양호	양호	양호	양호
	절연파괴전압 (KV)	7.1	6.9	7.6	7.4
	내연화성(℃)	269	265	270	275
	내열충격성	양호	양호	양호	양호
	내용제성	양호	양호	양호	양호

<313> 비교예 10

<314> 본 발명의 효과를 확인하기 위하여 소형기기를 제작하였다. 해당소형기기는 상기 비교예 1에서 제조한 싱글코팅 에나멜선에 2차층으로 폴리에스텔 절연층을 추가로 형성하여 약 2kg을 이용하여 정격전압 24 볼트, 1A 에서 2,800 rpm으로 회전할 수 있는 모터이다. 해당 모터를 제작하기 위하여 모터의 회전자에 에나멜선을 권선한 후 함침 처리하여 고정하고 나머지 조건은 종래의 모터 제작방법과 동일한 방법으로 경기도 부천시 오정구 삼정동 소재 (주)오메가전자에 의하여 제작하였다.

<315> 본 발명의 자기에 의한 저항감소 효과에 의하여 같은 양의 에너지를 가지고 어느 정도 오래 사용할 수 있는가와 정격전압으로 운행시의 외부온도를 어느 정도 낮출 수 있는가를 간접적으로 검증하기 위하여 분당 회전수, 총 회전시간, 및 모터의 외부온도 등을 측정하였다. 제조된 모터의 시험결과는 하기 표 12에 나타내었다.

<316> 실시예 18

<317> 상기 실시예 1에서 제조한 에나멜선을 이용하여 상기 비교예 10과 같은 방법으로 동종의 모터 2대를 제조하였다. 제조된 모터의 시험결과는 하기 표 12에 나타내었다.

<318> 비교예 11

<319> 상기 비교예 1에서 폴리에스텔 에나멜선용 바니시를 이용하여 직경 0.4mm의 나동선에 1차층으로 0.013mm의 절연층으로 형성하고 2차층으로 동종의 에나멜선 바니시를 0.007mm 형성한 절연 에나멜선을 제조하였으며 해당 에나멜선의 기타 물성은 하기 표 13에 나타내었다.

<320> 실시예 20

<321> (폴리에스테르계 자기저항 바니시의 제조)

<322> 상기 비교예 1의 폴리에스테르계 절연 바니시에 자기저항 물질로 Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , CoFe_2O_4 를 주성분으로하는 산화물계 고투자율재료를 절연 바니시 100 중량부에 1.225중량부 및 폴리에틸렌중합형 보호콜로이드계 분산제 0.125 중량부를 추가 투입하여 롤밀을

이용하여 충분히 바니시액을 흡입하게 한 후 교반 및 분산하여 폴리에스테르계 자기저항 바니시를 제조하였다.

<323> (폴리에스테르계 자기저항 에나멜선의 제조)

<324> 제조한 폴리에스테르계 자기저항 바니시를 상기 비교예 11에서 1차층을 형성한 에나멜선의 2차층으로 적용하여 0.007mm를 형성하였으며 기타 물성은 하기 표 13에 나타내었다.

<325> [표 13]

구 분		비교예 11	실시예 20
에 나 멜 선	1차층	폴리에스테르계 절연바니시	폴리에스테르계 절연바니시
	2차층	폴리에스테르계 절연바니시	폴리에스테르계 자기저항 절연바니시
	1차층 두께(mm)	0.013	0.013
	2차층 두께(mm)	0.007	0.007
	핀홀 개수	0/3	0/3
	밀착성	양호	양호
	내마모성(g)	양호	양호
	절연파괴전압(KV)	7.1	6.9
	내연화성(℃)	269	265
	내열충격성	양호	양호
	내용제성	양호	양호

<327> 비교예 12

<328> 본 발명의 고투자율 연질자성재료를 자기저항 물질로 사용했을 때의 효과를 확인하기 위하여 소형기기를 제작하였다. 해당 소형기기는 상기 비교예 11에서 제조한 에나멜선을 약 2kg을 이용하여 회전자에 형성하여 정격전압 90볼트, 1A에서 1,750rpm으로 회전할 수 있는 직류모터이다. 해당 모터를 제작하기 위하여 모터의 회전자에 에나멜선을 권

선한 후 함침 처리하여 고정하고 나머지 조건은 종래의 모터 제작방법과 동일한 방법으로 제작하였다.

<329> 본 발명의 효과인 자기에 의한 전기적 저항감소로 같은 양의 에너지를 이용하여 어느 정도 오래 사용할 수 있는가와 정격전압으로 운행시의 외부온도를 어느정도 낮출 수 있는가를 간접적으로 검증하기 위하여 분당 회전수, 총 회전시간 및 모터의 외부온도 등을 측정하였다. 제조된 모터의 실험결과는 하기 표 14에 나타내었다.

<330> 실시예 21

<331> 상기 실시예 20에서 제조한 에나멜선을 이용하여 상기 비교예 12와 같은 방법으로 동종의 모터를 제조하였다. 제조된 모터의 시험결과는 하기 표 14에 나타내었다.

<332> [표 14]

전 압		항 목	비교예 10	실시예 18	비 고
90볼트 직 류 전 원		운행초기외부온도	26.5 ℃	26.5 ℃	0
		12시간운행외부온도	42.3 ℃	34.0℃	8.3 ℃(-20.80 %)
6 볼트 건전지	총 운행시간		67:15:00	82:45:00	15:30:00
	시간별 회전수 및 회전정지시간	초 기	96회/1분	96회/1분	-
		1:00:00	96회/1분	102회/1분	-
		3:00:00	82회/1분	91회/1분	-
		5:00:00	79회/1분	88회/1분	-
		11:00:00	77회/1분	85회/1분	-
		16:00:00	70회/1분	80회/1분	-
		24:00:00	64회/1분	74회/1분	-
		48:00:00	47회/1분	59회/1분	-
		60:00:00	19회/1분	41회/1분	-
		67:15:00	0회/1분	37회/1분	-
		68:00:00	0회/1분	36회/1분	-
		82:45:00	0회/1분	0회/1분	-

<334> 이번 실험으로 고무자유펜 연질자성재료를 자기저항 물질로 하여 에나멜선용 바니시에 교반 및 분산하여 코팅한 에나멜선을 가지고 제작한 직류모터는 일반모터보다 총 회전시간, 발열량, 외부온도 등에서 현격한 차이가 발생함을 확인할 수 있었다.

<335> 실시예 22

<336> 상기 [표 14]의 효과를 더욱 명확히 검증하기 위하여 비교예 12과 실시예 21의 모터를 서로 맞대어 회전자를 마주보게 하고, 상기 회전자를 유연성 있는 고무밴드와 테이프 등으로 고정한 후 서서히 정격전압인 90볼트까지 상승시키면서 발생하는 Voltage를 측정하였으며 그 결과는 하기 표 15와 같다.

<337> [표 15]

<338>	구분	비교예12	구분	실시예21
	입력Volt	90.0	검출Volt	87.1
	검출Volt	82.3	입력Volt	90.0

<339> 실시예 23

<340> 상기 [표 15]의 효과를 더욱 명확히 검증하기 위하여 비교예 12과 실시예 21의 모터를 동종의 제 3의 모터를 이용하여 회전자를 마주보게 하고, 상기 회전자를 유연성 있는 고무밴드와 테이프 등으로 고정한 후 서서히 정격전압인 90볼트까지 상승시키면서 발생하는 Voltage를 측정하였으며 그 결과는 하기 표 15와 같다.

<341> [표 16]

<342>	구분	비교예12	실시예21
	최저검출Volt	82.3	85.3
	최고검출Volt	83.1	86.1

<343> 상기 결과로 모터의 내부저항이나 각종 손실이 개선되는 것을 간접적으로 검증할 수 있었으며, 이 이외에 역방향으로 회전시의 소음의 현격한 차와 정상방향으로의 회전 시에도 일정부분 소음 감소효과가 있음을 확인할 수 있었다.

<344> 실시예 24

<345> 본 발명의 에나멜선의 유도전동기에 있어서의 효과 검증을 위하여 (주)현대중공업 회전기 설계부의 도움을 받아 직경이 서로 다른 에나멜선을 이용한 비교실험을 하였으며 해당 시험결과는 하기 표 17과 같다.

<346> [표 17]

<347>	구분	단위	일반유도모터 (0.45) A	본실험유도모터 (0.40) B	B-A	A-B/A(%)
	에나멜선종류	H	폴리에스텔0.45	실시예 20		
	출력	Hp	0.536	0.536		
	효율	%	68.29	69.12	0.83	1.22%
	역율	%	68.47	68.25	-0.22	-0.32%
	정격전류	A	1.116	1.107	-0.01	-0.81%
	부부하전류	A	0.871	0.875	0.00	0.46%
	회전수	Rpm	1,707	1,706	1.00	-0.06%
	1차동손	W	87.93	87.61	-0.32	-0.36%
	2차동손	W	23.10	23.21	0.11	0.48%
	철손	W	51.62	44.81	-6.81	-13.19%
	기계손	W	2.98	3.83	0.85	28.42%
	표류부하손	W	51.90	44.47	-7.44	-14.33%
	총손실	W	217.54	203.93	-13.61	-6.25%
	선저항	Ω	40.16	40.13	-0.03	-0.07%

<348> 본 실험을 통하여 본 발명의 0.40mm 자기저항 에나멜선이 일반 폴리에스텔 0.45mm 에나멜선보다 권선저항이 적게 검출된다는 사실을 확인할 수 있었으며, 이 이외에도 본

발명의 에나멜선의 외부자기장에 의하여 종래의 에나멜선보다, 철손, 표류부하손등의 손실이 대폭적으로 감소된다는 사실을 확인할 수 있었다.

【발명의 효과】

<349> 본 발명의 심선 외주부에 위치되는 고투자율 연질자성재료를 자기저항 물질로 하여 이를 함유하는 자기저항 바니시층을 포함하는 자기저항 에나멜선은 도체의 저항 및 부하로 발생하는 손실 에너지량을 획기적으로 감축시키며 외부적으로도 강한 자속밀도를 얻을 수 있는 코일을 제조할 수 있다.

<350> 즉, 본 발명의 자기저항 에나멜선은 전류의 흐름을 개선하는 특성을 가지고 있다. 이러한 전류흐름의 개선은 도체 저항의 감소에서 기인하는 것이며, 저항의 감소는 도체의 온도상승을 억제하고, 전류의 흐름을 원활하게 한다.

<351> 또한 상기의 효과뿐만 아니라 과전류에 의한 부하로 발생하는 에너지 손실량을 크게 축소할 수 있다. 특히 이러한 전류의 흐름 개선은 초전도를 나타내는 온도까지 사용 온도를 내리지 않고 상온에서 에너지의 손실을 최소화하여 전류를 전달할 수 있게 하는 것이다.

<352> 본 발명의 자기저항 에나멜선은 직류모터, 교류모터, 원동기, 발전기, 변압기 등의 유도전류를 사용하는 기기의 1차 코일에 적용할 수 있으며, 대부분의 발열을 억제하여야 하는 기자재에 적용할 수 있다.

<353> 본 발명의 자기저항 에나멜선으로 제조되는 코일은 상온에서 자기저항 성질을 가질 수 있으며, 전력선에 적용할 때에는 배전, 및 송전케이블의 자체저항 및 부하에 의한 손

실 전력량을 축소시키는 한편, 저항감소가 운전환경에 의한 열화가속으로 발생하는 전력선의 수명단축 문제를 해결하는 데 기여할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

전도성 심선 및 상기 심선의 외주부에 피복되는 피복 물질로 구성되는 에나멜선에 있어서,

상기의 피복 물질이 자기저항 물질인 것을 특징으로 하는 자기저항 에나멜선.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

자기저항 물질이 이방성 자기저항 물질인 것을 특징으로 하는 에나멜선.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서,

상기 에나멜선은

a) 전도성 심선; 및

b) 상기 a)의 심선 외주부에 위치되며, 자기저항 물질을 함유하는 적어도 하나 이상의 바니시층

을 포함하는 자기저항 에나멜선.

【청구항 4】

제 3 항에 있어서,

b)의 바니시층이 절연바니시층 또는 자기융착성 절연바니시층인 것을 특징으로 하는 자기저항 에나멜선.

【청구항 5】

제 1.항에 있어서,

상기 자기저항 물질이 강자성 재료 중

i) 희토류 금속 또는 전이금속을 1종 이상 함유하는 고투자율 연질자성 합금;

ii) 상기 희토류 금속 또는 전이금속을 1종 이상 함유하는 고투자율 연질자성 복합 산화물; 및

iii) 상기 희토류 금속 또는 전이금속을 1종 이상 함유하는 고투자율 연질자성 복합 질화물

로 이루어진 군으로부터 1 종 이상 선택되는 자기저항 에나멜선.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서,

상기 자기저항 물질이 강자성 재료 중 고투자율 연질자성 재료인,

순철, 센더스트, 규소강, 퍼멀로이, 아몰퍼스

로 이루어진 군으로부터 1 종 이상 선택되는 자기저항 에나멜선.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서,

상기 자기저항 물질이 강자성 재료 중 고투자율 연질자성 재료인,

45퍼멀로이, 78퍼멀로이, 81퍼멀로이, Mo퍼멀로이, Cr퍼멀로이, Cu퍼멀로이, Si퍼멀로이, Ti퍼멀로이, Mu metal, Co기 아몰퍼스, Fe기 아몰퍼스, Ni-Fe기 아몰퍼스(부가 원소: Mn, Cr, Co, Nb, V, Mo, Ta, W, Zr에서 선택되어지는 적어도 1종의 원소를 포함) 로 이루어진 군으로부터 1 종 이상 선택되는 자기저항 에나멜선.

【청구항 8】

제 1 항에 있어서,

상기 자기저항 물질이 강자성 재료 중 고투자율 연질자성 재료인,

(1)Ni-Fe-Mo계 4%퍼멀로이;

(2)Ni-Cu-Zn 계 연자성 페라이트;

(3)Fe₂O₃, MnO, ZnO를 주성분으로 하여 NiO, MgO, CuO, SiO₂, CaO, V₂O₅, TiO₂, Nb₂O₅ 등이

특성개선용으로 첨가되는 Mn-Zn계 연자성 페라이트;

(4)Ni-Zn 계 연자성 페라이트;

(5)Mg-Mn-Zn계 연자성 페라이트;

(6)Mg-Cu-Zn 계 연자성 페라이트;

(7)Fe-Ti-N계 연자성 페라이트;

(8)Fe-Cr 계 연자성 페라이트 (부성분 : C, N, Si, Mn, Ni, P, S, Cr, Al, Mo, Ti);

(9)Fe-Co-Ni-N계 연자성 페라이트;

(10)Fe-Co 계 연자성 페라이트;

(11)Fe-Al-Si계 연자성 합금 분말;

(12) Fe-Al 계 연자성 합금 분말;

(13) Fe-Si-B-Cu-Nb계 연자성 합금 분말;

(14) Fe-Br-B-Cu 계 연자성 합금 분말;

(15) Fe-B-M-N-R계 연자성 합금 분말 (여기서 M은 Hf, Zr, Nb중에서 선택되어지는 한 원소이고, N은 Cu 원소이고, R은 Ti, V, Ta, Cr, Mn, Mo, W, Au, Ag, Zn, Ga, Ge 중에서 선택되는 1종이상의 첨가 원소);

(16) Fe 기 연자성 합금 분말($(\text{Fe}_{1-x} \text{M}_x)_{100-a-b-c-d} \text{Si}_a \text{Al}_b \text{B}_c \text{K}_d$) 여기서 M은 Co, Ni 또는 그의 혼합물이고, K는 Nb, Mo, Zr, W, Ta, Hf, Ti, V, Cr, Mn, Y, Pd, Ge, C, P에서 선택되어지는 1종이상의 원소);

(17) Fe계 연자성 합금 분말 (Fe를 베이스로, Co, Ni 중 하나 또는 양자를 선택하고 첨가원소로서 Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, W로 이루어진 그룹에서 1종 이상 선택되어지는 원소);

(18) Fe-Zr-B-Ag 계 연자성 합금 분말;

(19) Fe-Hf계 연자성 합금 분말;

(20) Fe-Si 계, Fe-Si-Al계, Fe-Ni계 연자성 합금 분말, ;

(21) Fe-(Ta, Hf, Zr, Nb, Mo, Al, Si, Ti, Cr, W중 1종이상 선택되는 원소)-(C, N, O, B중 1종 이상 선택되는 원소)-P 로 구성되는 연자성 합금 분말;

(22)

산화철(Fe_2O_3), 산화니켈(NiO), 산화아연(ZnO), 산화구리(CuO), 산화비스무스(Bi_2O_3)로 조성된 것을 특징으로 하는 연자성 분말;

(23)Fe-Co-(희토류원소로서 Sm,Er,Tm,Yb,Ho 중 1종 이상 선택되는 원소)-(미세결정화를 위한 C,N,O,B중 1종 이상 선택되는 원소)의 조성을 갖는 연자성 분말;

(24)Mg-Zn 계, Mn-Al계,Co-Pt계,Cu-Ni-Co계, Cu-Zn계, Mn계, Co계, LI계, Mg계, Mi계 연자성페라이트 분말;

(25)Fe₂O₃,Fe₃O₄,CoFe₂O₄ 중 1종 또는 2종 이상을 주성분으로 하는 연자성 복합 산화물 분말

로 이루어진 군으로부터 1 종 이상 선택되는 자기저항 에나멜선.

【청구항 9】

제 3 항에 있어서,

상기 b)의 자기저항 물질의 바니시층내 함유량이 0.3 중량% 내지 30 중량%인 자기저항 에나멜선.

【청구항 10】

자기저항 에나멜선의 제조방법에 있어서,

a) 전도성 심선을 제공하는 단계; 및

b) 상기 a)단계의 심선의 외주부에 자기저항 물질을 함유하는 바니시를 피복하고 연화시키는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기저항 에나멜선의 제조방법.

【청구항 11】

제 10 항에 있어서,

상기 b)의 바니시가 절연바니시, 또는 자기융착성 절연바니시인 자기저항 에나멜선의 제조방법.

【청구항 12】

제 10 항에 있어서,

상기 자기저항 물질이 강자성 재료 중,

i) 회토류 금속 또는 전이금속을 1종 이상 함유하는 고투자율 연질자성 합금;

ii) 상기 회토류 금속 또는 전이금속을 1종 이상 함유하는 고투자율 연질자성 복합 산화물; 및

iii) 상기 회토류 금속 또는 전이금속을 1종 이상 함유하는 고투자율 연질자성 복합 질화물

로 이루어진 군으로부터 1 종 이상 선택되는 것을 특징으로 하는 자기저항 에나멜선의 제조방법.

【청구항 13】

제 10 항에 있어서,

상기 자기저항 물질이 강자성 재료 중 고투자율 연질자성 재료인,

순철, 센더스트, 규소강, 퍼멀로이, 아몰퍼스

로 이루어진 군으로부터 1 종 이상 선택되는 것을 특징으로 하는 자기저항 에나멜선의 제조방법.

【청구항 14】

제 10 항에 있어서,

상기 자기저항 물질이 강자성 재료 중 고투자율 연질자성 재료인,

45 퍼멀로이, 78퍼멀로이, 81퍼멀로이, Mo퍼멀로이, Cr퍼멀로이, Cu퍼멀로이, Si퍼멀로이, Ti퍼멀로이, Mu metal, Co기 아몰퍼스, Fe기 아몰퍼스, Ni-Fe기 아몰퍼스(부가 원소: Mn, Cr, Co, Nb, V, Mo, Ta, W, Zr에서 선택되어지는 적어도 1종의 원소를 포함)

로 이루어진 군으로부터 1 종 이상 선택되는 것을 특징으로 하는 자기저항 에나멜 선의 제조방법.

【청구항 15】

제 10 항에 있어서,

상기 자기저항 물질이 강자성 재료 중 고투자율 연질자성 재료인,

(1)Ni-Fe-Mo계 4%퍼멀로이;

(2)Ni-Cu-Zn 계 연자성 페라이트;

(3)Fe₂O₃, MnO, ZnO를 주성분으로 하여 NiO, MgO, CuO, SiO₂, CaO, V₂O₅, TiO₂, Nb₂O₅등이

특성개선용으로 첨가되는 Mn-Zn계 연자성 페라이트;

(4)Ni-Zn 계 연자성 페라이트;

(5)Mg-Mn-Zn계 연자성 페라이트;

(6)Mg-Cu-Zn 계 연자성 페라이트;

(7)Fe-Ti-N계 연자성 페라이트;

(8)Fe-Cr 계 연자성 페라이트 (부성분 : C, N, Si, Mn, Ni, P, S, Cr, Al, Mo, Ti);

(9)Fe-Co-Ni-N계 연자성 페라이트;

(10)Fe-Co 계 연자성 페라이트;

(11) Fe-Al-Si계 연자성 합금 분말;

(12) Fe-Al 계 연자성 합금 분말;

(13) Fe-Si-B-Cu-Nb계 연자성 합금 분말;

(14) Fe-Br-B-Cu 계 연자성 합금 분말;

(15) Fe-B-M-N-R계 연자성 합금 분말 (여기서 M은 Hf, Zr, Nb 중에서 선택되어지는 한 원소이고, N은 Cu 원소이고, R은 Ti, V, Ta, Cr, Mn, Mo, W, Au, Ag, Zn, Ga, Ge 중에서 선택되는 1종이상의 첨가 원소);

(16) Fe 기 연자성 합금 분말($(\text{Fe}_{1-x} \text{M}_x)_{100-a-b-c-d} \text{Si}_a \text{Al}_b \text{B}_c \text{K}_d$) 여기서 M은 Co, Ni 또는 그의 혼합물이고, K는 Nb, Mo, Zr, W, Ta, Hf, Ti, V, Cr, Mn, Y, Pd, Zr, Ge, C, P에서 선택되어지는 1종이상의 원소);

(17) Fe계 연자성 합금 분말 (Fe를 베이스로, Co, Ni 중 하나 또는 양자를 선택하고 첨가원소로서 Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, W로 이루어진 그룹에서 1종 이상 선택되어지는 원소);

(18) Fe-Zr-B-Ag 계 연자성 합금 분말;

(19) Fe-Hf계 연자성 합금 분말;

(20) Fe-Si 계, Fe-Si-Al계, Fe-Ni계 연자성 합금 분말, ;

(21) Fe-(Ta, Hf, Zr, Nb, Mo, Al, Si, Ti, Cr, W 중 1종 이상 선택되는 원소)-(C, N, O, B 중 1종이선 선택되는 원소)-P 로 구성되는 연자성 합금 분말;

(22) 산화철(Fe_2O_3), 산화니켈(NiO), 산화아연(ZnO), 산화구리(CuO), 산화비스무스(Bi_2O_3)로 조성된 것을 특징으로 하는 연자성 분말;

(23)Fe-Co-(희토류원소로서 Sm,Er,Tm,Yb,Ho 중 1종 이상 선택되는 원소)-(미세결정화를 위한 C,N,O,B 중 1종 이상 선택되는 원소)의 조성을 갖는 연자성 분말;

(24)Mg-Zn 계, Mn-Al계, Co-Pt 계, Cu-Ni-Co계, Cu-Zn계, Mn계, Co계, Li계, Mg계, Ni계 연자성 페라이트 분말;

(25)Fe₂O₃, Fe₃O₄, CoFe₂O₄ 중 1종 또는 2종 이상을 주성분으로 하는 연자성 복합 산화물 분말

로 이루어진 군으로부터 1 종 이상 선택되는 것을 특징으로 하는 자기저항 에나멜선의 제조방법.

【청구항 16】

제 10 항에 있어서,

상기 b)단계의 자기저항 물질의 바니시 내 함유량이 0.3 중량% 내지 30 중량%인 자기저항 에나멜선의 제조방법.

【청구항 17】

제 10 항에 있어서,

상기 b)단계의 피복방법이 롤러도장으로 실시되는 것을 특징으로 하는 자기저항 에나멜선의 제조방법.

【청구항 18】

제 10 항에 있어서,

상기 b)단계의 연화가 400 내지 700 °C의 온도에서 실시되는 것을 특징으로 하는 자기저항 에나멜선의 제조방법.

【청구항 19】

제 1 항 기재의 자기저항 에나멜선을 포함하는 코일.

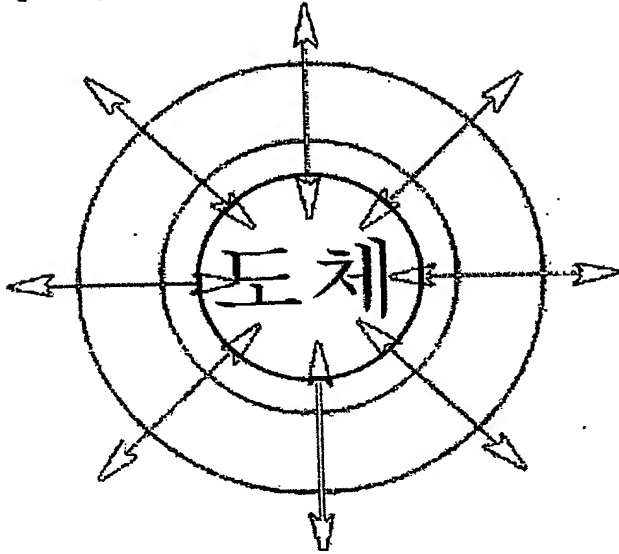
【청구항 20】

자기저항 코일의 제조방법에 있어서,

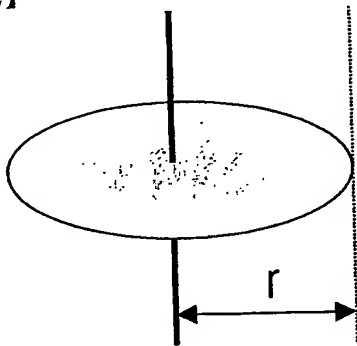
제 1 항 기재의 자기저항 에나멜선을 권선하여 코일을 제조하는 단계를 포함하는 자기저항 코일의 제조방법.

【도면】

【도 1】

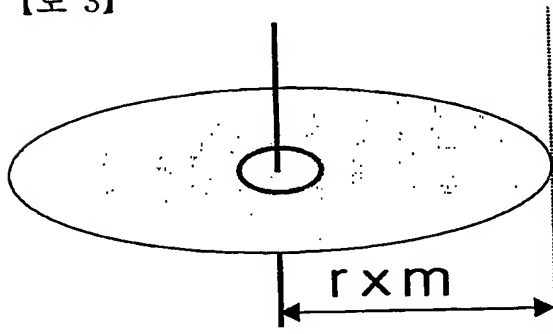


【도 2】



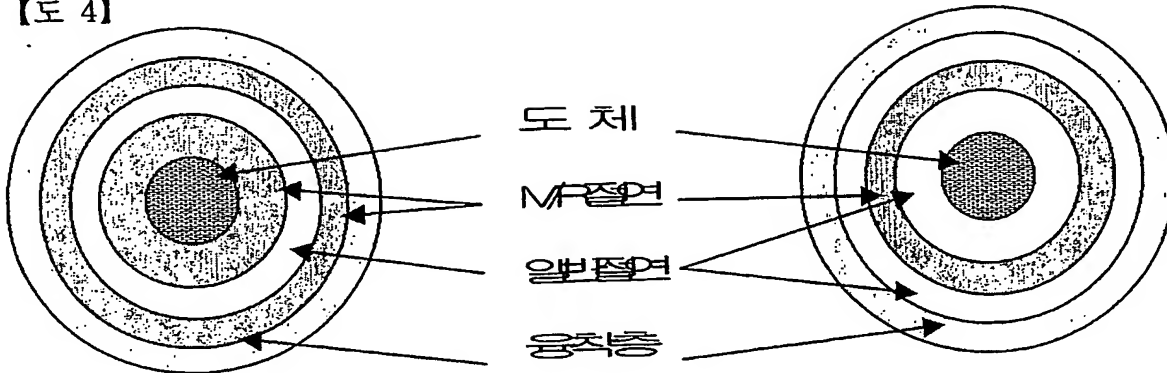
일반에나멜선(a)

【도 3】



자기저항에나멜선(b)

【도 4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.